



Automotive Multimeter User Manual



EM721



WARNING

To reduce the risk of injury, read and understand these safety warnings and instructions before using the tool. Keep these instructions with the tool for future reference. If you have any questions, contact your **MAC TOOLS** representative or distributor.

EM721 Digital Multimeter

TABLE OF CONTENTS

1. Safety Information.....	4
2. Introduction.....	7
3. Front panel.....	8
4. Understanding the Display.....	14
5. Basic Electrical Tests and Measurements.....	17
6. Basic Automotive Measurements.....	26
7. Basic Automotive Diagnostic Testing.....	33
8. Basic Automotive Component Testing.....	58
9. Summary of Automotive Electrical System Tests.....	67
10. Specifications.....	70
11. General Specifications.....	75
12. Maintenance.....	76
13. Meter-PC Communication Software Instruction.....	77

WARRANTY

This instrument is warranted to be free from defects in material and workmanship for a period of one year. Our obligation to the original purchaser shall be limited to repairing or replacing, at our expense (not including shipping charges) a defective tool if returned by the original purchaser within one year from the date of purchase, all incoming shipping charges prepaid. THIS WARRANTY DOES NOT COVER DEFECTS OR DAMAGES TO THE TOOL (i) after the warranty period expires; (ii) resulting from misuse or abnormal operation; (iii) resulting from a failure to properly maintain or operate the tool; or (iv) resulting from any repair or maintenance services performed by any party other than Mac Tools. This warranty does not cover expandable items such as batteries and/or fuses.

LIMITATION OF LIABILITY

This manual tells you how to use the meter to perform diagnostic tests and to find possible locations of automotive electronic problems. It does not tell you how to correct the problems. Once you have located a problem, consult your car's service manual or other manuals to provide specific information needed for repair.

All information, illustrations, and specifications contained in this manual are based on the latest information available at the time of publication. The right is reserved to make changes at any time without notice.

METER OVERVIEW

Measurement limits:

DC Voltage	0.1mV to 1000V
AC Voltage	0.001V to 750V
RPM IP	30 to 9000 RPM
RPM IG	60 to 12000 RPM
DC Current (Amperes)	0.1 μ A to 10A
AC Current (Amperes)	0.1 μ A to 10A
Resistance (Ohms)	0.1 to 40M Ω
Frequency (Hertz)	0.5Hz to 200kHz
% Duty Cycle	0 to 99.9%
Dwell (Degrees)	0° to 356.4°
Pulse Width (Milliseconds)	0.1ms to 1999.9ms
Temperature (Fahrenheit/Celsius)	- 40°F to +2498°F (- 40°C to +1370°C)
Capacitance (Microfarads)	0.001 μ F to 999 μ F
Continuity Check	Beep at < about 40 Ω in the 400 Ω range

1. SAFETY INFORMATION

This meter has been designed according to IEC 61010 concerning electronic measuring instruments with a measurement category (CAT III 1000V) and Pollution Degree 2.



TO AVOID POSSIBLE ELECTRIC SHOCK OR PERSONAL INJURY, FOLLOW THESE GUIDELINES:

- Do not use the meter if it is damaged. Before you use the meter, inspect the case. Pay particular attention to the insulation surrounding the connectors.
- Inspect the test leads for damaged insulation or exposed metal. Check the test leads for continuity. Replace damaged test leads before you use the meter.
- Do not use the meter if it operates abnormally. Protection may be impaired. When in doubt, have the meter serviced.
- Do not operate the meter where explosive (or flammable) gas, vapor, or dust is present.
- Do not apply more than the rated voltage, as marked on the meter, between terminals or between any terminal and earth ground.
- Before use, verify the meter's operation by measuring a known voltage.
- When servicing the meter, use only specified replacement parts.
- Use caution when working with voltage above 30V ac rms, 42V peak, or 60V dc.
- Such voltages pose a shock hazard.
- When using the probes, keep your fingers behind the finger guards on the probes.
- When making connections, connect the common test lead before you connect the live test lead. When you disconnect test leads, disconnect the live test lead first.
- Remove the test leads from the meter before you open the battery cover or the case.
- Do not operate the meter with the battery cover or portions of the case removed or loosened.
- To avoid false readings, which could lead to possible electric shock or personal injury, replace the battery as soon as the low battery indicator (🔋) appears.
- Do not use the meter in a manner not specified in this manual or the safety features provided by the meter may be impaired.
- When measuring current using the test leads, turn off circuit power before connecting the meter in the circuit. Remember to place the meter in series with the circuit.
- To avoid electric shock, do not touch any naked conductor with hand or skin; and do not ground yourself while using the meter.
- Adhere to local and national safety codes. Individual protective equipment must be used to prevent shock and arc blast injury where hazardous live conductors are exposed.
- Follow the relevant requirements and safety procedure specified in the users manual and service manual provided by the manufacturer of the vehicle under test.
- Exhaust gas contains carbon monoxide which is odorless, causes slower reaction time, and can lead to serious injury. When testing vehicle with the engine running, testing should always be done in a well-ventilated area or vent exhaust gas outside the building.
- Set the parking brake and block the wheels before testing or repairing the vehicle, unless instructed otherwise. It's especially important to block the wheels on front-wheel drive vehicles: the parking brake doesn't hold the drive wheels. The ignition or fuel system must always be disabled when performing starting system tests.
- Always wear safety glasses when working near battery.
- Do not smoke or allow open flames or sparks in the work area. Gasoline fumes and gases produced by battery are highly explosive. Keep cigarettes, sparks, and open flames away from batteries at all times.
- To avoid personal injury, do not touch any moving or hot object. Keep body and clothing clear of moving or hot engine parts at all times.

- Especially in marine applications with inboard or inboard/outboard engines, make sure work area is well ventilated. Operate bilge blower for at least four minutes before starting engine or making test lead connections.
- Always avoid working alone.
- Do not use the meter if the meter or your hand is wet.
- Remaining endangerment: When an input terminal is connected to dangerous live potential, it is to be noted that this potential can occur at all other terminals!
- **CAT III** - Measurement Category III is for measurements performed in the building installation. Examples are measurements on distribution boards, circuit breakers, wiring, including cables, bus-bars, junction boxes, switches, socket-outlets in the fixed installation, and equipment for industrial use and some other equipment, for example, stationary motors with permanent connection to the fixed installation. Do not use the meter for measurements within Measurement Categories IV.

CAUTION

TO AVOID POSSIBLE DAMAGE TO THE METER OR TO THE EQUIPMENT BEING TESTED,
FOLLOW THESE GUIDELINES:

- Disconnect circuit power and discharge all capacitors thoroughly before testing resistance, diode, capacitor, temperature, and continuity.
- Use the proper terminals, function, and range for your measurements.
- Before measuring current, check the meter's fuses and turn off power to the circuit before connecting the meter to the circuit.
- Before turning the rotary switch to change functions, disconnect the test leads from the circuit being tested.

Symbols



Alternating Current



Direct Current



Both direct and alternating current



Caution, risk of danger, refer to the operating manual before use.



Caution, risk of electric shock.



Earth (ground) Terminal



Fuse



Conforms to European Union directives



The equipment is protected throughout by double insulation or reinforced insulation.

2. INTRODUCTION

The meter is a handheld, battery-operated automotive multimeter. It is a very useful test tool.

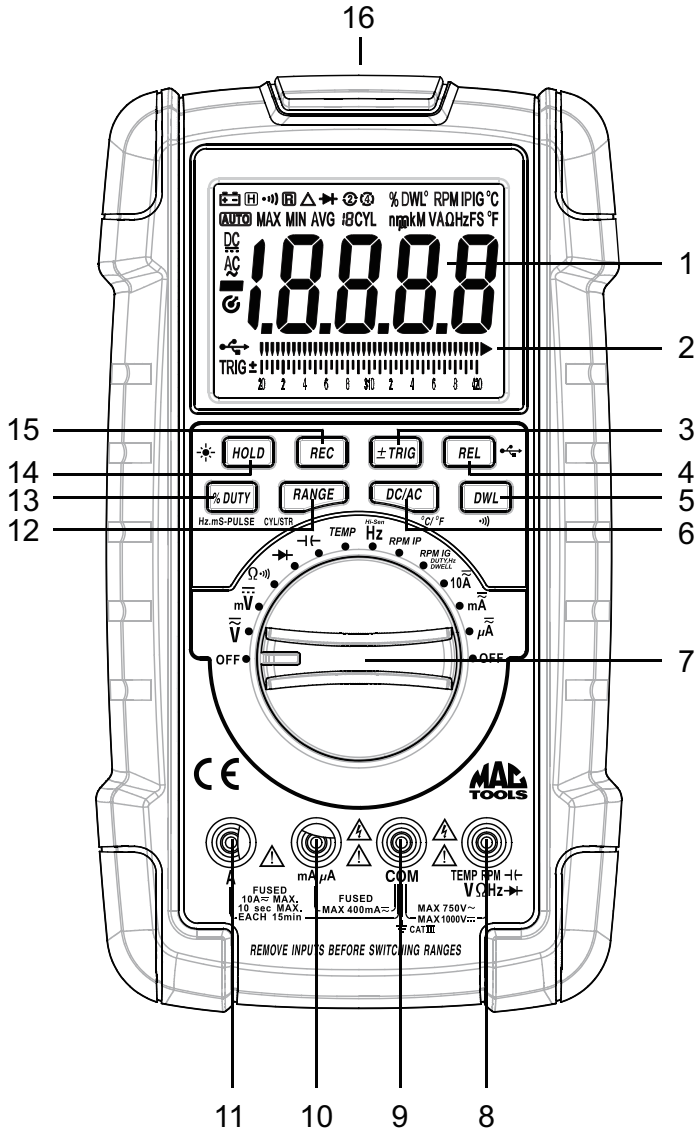
This users manual tells you how to use the meter. You may also need a manual that provides technical information for the vehicle you plan to test. The most important information resources are the vehicle's service repair manuals generally available for purchase through automotive dealers. They are also available through a number of publishers that specialize in providing technical information manuals to independent repair garages.

This users manual serves as a guide to get you started with troubleshooting. Your real learning can best be accomplished through experience. As you become more proficient in using this automotive multimeter for troubleshooting, you will quickly learn how certain electrical symptoms relate to various driveability problems.

Meter Features

- Accurate frequency and pulse measurements with 20,000 count on the high resolution 4000 count display.
- High-speed 41-segment analog bargraph updates 20 times/sec - For nearly seamless real-time accuracy.
- Accurate automotive electronics test and advanced measurements with DC/AC Volts, DC/AC Amps, Resistance, etc
- Direct reading of dwell without using duty cycle-to-dwell conversion chart when testing electronic fuel injection, feedback carburetors, and ignition systems
- RPM measurement for automotive engines with 1 to 12 cylinders using the test leads or the inductive pickup
- mS-pulse width function to test on-time of fuel injectors of both PFI (Port Fuel Injector) and TBI (Throttle Body Injector) types
- For accurate measurements of RPM, dwell, duty cycle, and mS-pulse width of injectors, the meter provides seven-step adjustable +/-triggers on 1 to 12 cylinders, either 2- or 4-cycle for outboards, motorcycles, and conventional engines
- Temperature measurement up to 2,498°F (1,370°C) for catalytic converters, fan switch, etc.
- Capacitance and non-automotive frequency measurement
- Back-lighted display
- USB communication

3. FRONT PANEL



1. Digital Display

Digital readings are displayed on a 4,000 count display with polarity indication and automatic decimal point placement. When this meter is turned on, all display segments and symbols appear briefly during a self test.

2. Analog Bargraph








The bargraph provides an analog representation of readings and updates 20 times per second. The 2x41 segment bargraph illuminates from left to right as the input increases. The bargraph is easier to read when the data causes the digital display to rapidly change. It is also useful for trend setting or directional data. The bargraph also indicates the trigger level.

3. “±TRIG” Button

This “±TRIG” button can be used to toggle between negative (-) and positive (+) trigger slope and adjust trigger level.

When the meter is in RPM, duty cycle, pulse width, frequency (automotive Hz) or dwell measurement function, hold down the “±TRIG” button for one second to toggle between negative (-) and positive (+) trigger slope. The slope is indicated by the + or - sign next to “TRIG” in the lower-left corner of the display. The meter defaults to negative (-) trigger slope. Once the trigger slope is selected, press the “±TRIG” button repeatedly to adjust trigger level if the meter reading is too high or unstable.

The trigger level adjustment has seven steps. Press the “±TRIG” button to move one step at a time to select a suitable trigger level.

TRIGGER STEP	Voltage Level (RPM, Duty Cycle, mS, Hz (automotive), Dwell)	Approximate Trigger Level as Indicated by Bargraph
+4	+8.2V	
+3	+6.8V	
+2	+3.2V	
+1	+1.4V	
-1	-1.4V	
-2	-3.2V	
-3	-6.8V	

4. "REL" Button

Used to enter or exit Relative mode as well as to turn on or off the USB communication function.

Press this "REL" button to enter Relative mode. The meter stores the present reading as a reference for subsequent measurements. "Δ" appears as a Relative mode indicator, and the display reads zero.

In Relative mode, when you perform a new measurement, the display shows the difference between the reference and the new measurement.

To exit the Relative mode, just press the "REL" button again. "Δ" disappears.

- Note:**
- The meter enters manual range mode when you enter the Relative mode.
 - When you use Relative mode, the actual value of the object under test must not exceed the full-range reading of the selected range. Use a higher measurement range if necessary.
 - Relative mode is not available in diode and continuity test functions.

Press and hold down this "REL" button for 1 second to turn on the USB communication function, "🔌" will appear on the display as an indication. To turn off the USB communication function, press and hold down this "REL" button for 1 second again. "🔌" disappears.

5. "DWL" Button

This "DWL" button can be used to select dwell measurement function or switch between resistance and continuity test functions.

When the meter is in RPM IG function, you can press this "DWL" button to select dwell measurement mode; "DWL°" will appear on the display as an indication. Dwell is the number of degrees of distributor rotation where the points remains closed. Dwell can be measured for 1 to 12 cylinders. The conversion between duty cycle and dwell can be obtained using the following formula:

$$\begin{aligned} \% \text{ Duty Cycle} &= \frac{\text{Dwell (in degrees)} \times \text{No. of Cylinders} \times 100\%}{360 \text{ degrees}} \\ \text{Dwell} &= \frac{360 \text{ degrees}}{\text{No. of Cylinders}} \times \frac{\% \text{ Duty Cycle}}{100\%} \end{aligned}$$

When the meter is in the dwell function, you can press the "DWL" button again or the "% DUTY" button to return to the function the meter was in just before entering dwell function.

When the rotary switch is in the "Ω" position, you can press the "DWL" button to switch between resistance and continuity test functions. A continuity test can be used to verify that you have a closed circuit. The continuity function detects opens and shorts lasting as little as 100 milliseconds. In the 400Ω range, resistance of less than about 40Ω causes the built-in buzzer to sound. This can be a valuable troubleshooting aid when looking for intermittent faults associated with connections, cables, relays, switches, etc.

6. "DC/AC" Button

Used to switch between DC and AC function or between °C and °F.

When the rotary switch is in " \bar{V} ", " $10\bar{A}$ ", " $m\bar{A}$ " or " $\mu\bar{A}$ " position, you can press this "DC/AC" button to switch between DC and AC function; when AC function is selected, " \overline{AC} " will appear on the display as an indication; when DC function is selected, " \overline{DC} " will appear on the display as an indication.

You can press the "DC/AC" button to switch between °C and °F when the rotary switch is in "TEMP" position. When Celsius temperature measurement is selected, "°C" will appear on the display as an indication; and when Fahrenheit temperature measurement is selected, "°F" will appear on the display as an indication.

7. Rotary Switch

Following functions are selected by setting the rotary switch:

Switch Position	Function
\bar{V}	Volts DC/AC
$m\bar{V}$	Millivolts DC only
Ω)	Resistance/Continuity test (Ohms)
$\rightarrow +$	Diode test
$- ←$	Capacitance (Microfarads)
TEMP	Temperature (Fahrenheit and Celsius)
\overline{Hz} <small>Hi-Sem</small>	Frequency (non-automotive frequency) measurement (Hertz)
RPM IP	RPM measurement on 2- or 4-stroke engines using the Inductive Pickup on a spark plug wire.
<small>RPM IG</small> <small>DUTY, Hz</small> <small>DWELL</small>	RPM measurement on 1 to 12 cylinder engines using the test leads in the primary side of the ignition coil and Duty Cycle, Pulse Width, Hz (automotive), and Dwell measurement.
$10\bar{A}$	Current (Amperes) DC/AC
$m\bar{A}$	Current (Milliamperes) DC/AC
$\mu\bar{A}$	Current (Microamperes) DC/AC
OFF	Turns off the meter

8. TEMP RPM Hz Terminal

Input terminal for voltage, resistance, continuity, RPM, diode, frequency, capacitance, temperature, duty cycle, pulse width and dwell measurements.

9. "COM" Terminal

Common (return) terminal for all measurements.

10. "mA μ A" Terminal

Input terminal for current measurements < 400mA.

11. "A" Terminal

Input terminal for current measurements between 400mA and 10A.

12. "RANGE" Button

This "RANGE" button can be used to:

- Toggle between autorange mode and manual range mode as well as to select desired manual range.
- Select number of cylinders (1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, or 12) to match the engine when the meter is in RPM IG or dwell function.
- Toggle between 2-Cycle engine (or distributorless ignition system 4-Cycle engine) and 4-Cycle engine when the meter is in RPM IP function.

In a function which has both autorange mode and manual range mode, the meter defaults autorange mode and "AUTO" appears on the display as an indication. You can press the "RANGE" button to enter manual range mode, "AUTO" will disappear and the meter will stay in the present range.

In manual range mode, you can press the "RANGE" button to select the next higher range. After the highest range, the meter wraps to the lowest range. To exit manual range mode and return to autorange mode, press and hold down the "RANGE" button for 1 second; "AUTO" will appear on the display as an indication.

Always select a range higher than you expect the current or voltage to be. Then select a lower range if better accuracy is needed. If the range is too high, the readings are less accurate. If the range is too low, the meter shows "OFL" as an overload indication.

When the meter is in the RPM IG or dwell function, press the "RANGE" button to toggle between 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12 cylinder engines. The selected number of cylinders is indicated by the number preceding CYL on the display.

When the meter is in the RPM IP function, press the "RANGE" button to toggle between 2-cycle engine (or distributorless ignition system 4-cycle engine) and 4-cycle engine; the selected number of cycles (or strokes) is indicated by the corresponding symbol ("2" or "4").

13. "% DUTY" Button

When the meter is in RPM IG function, press this "% DUTY" button to measure duty cycle (or duty factor) in percent; % readout is displayed. Duty cycle is the percentage of time a signal is above or below a trigger level during one cycle.

To select pulse width function, press the “% DUTY” button again; mS readout is displayed. Pulse width is the length of time an actuator is energized. For example, fuel injectors are activated by an electronic pulse from the Engine Control Module. This pulse generates a magnetic field that pulls the injector nozzle valve open. The pulse ends and the injector nozzle is closed. This Open-to-Closed time is the pulse width and is measured in milliseconds (mS)

To select the frequency function, press the “% DUTY” button once more; Hz readout is displayed. Frequency is the number of cycles a signal completes each second.

You can step through RPM, duty cycle, pulse width, and frequency by pressing this “% DUTY” button.

When the rotary switch is in the “RPM IG” position, you can press the “DWL” button to select dwell measurement function; “DWL” will appear on the display as an indicator for the dwell measurement function.

When in dwell measurement function, you can press the “DWL” button again or the “% DUTY” button to go back to the previous function from which the meter entered the dwell measurement function.

14. “HOLD” Button

Used to enter or exit Hold mode as well as to turn on or off the backlight.

Press this “HOLD” button to enter the Hold mode. “H” appears on the display as an indication and the meter holds the present reading on the display. In the Hold mode, whenever meter detects a new stable reading, the meter sounds a beep and displays the new stable reading. To exit the Hold mode, press the “HOLD” button again. “H” disappears.

Note: When the meter is in the Recording or Relative mode, the Hold function simply freezes the present reading and will not update the the display with new stable reading.

To turn on or off the backlight, press and hold down this “HOLD” button for 1 second.

15. “REC” Button

Press the “REC” button to enter the Recording mode, “R” will appear on the display as an indication. (The meter will exit autorange mode automatically and stay in the present range when it enters Recording mode.) This function allows you to record maximum, minimum, and average values for a series of measurements in the same function and range. This meter beeps each time a new maximum or minimum value is recorded. Press the “REC” button to scroll through the stored maximum, minimum, and average values. When an overload is captured, a beeper tone is emitted and the meter displays “OFL” as an overload indication. The meter can only record for 24 hours in this mode.

Note: In diode or continuity function, the Recording mode is not available.

16. USB Port

Auto Power Off

When the rotary switch is in the \bar{V} position, the meter will turn off automatically if you have not operated the meter for about 30 minutes (1 hour in the Recording mode) while the input voltage is less than 1V.

When the rotary switch is in other position, the meter will turn off automatically if you have not operated the meter for about 30 minutes (1 hour in the Recording mode).

About 30 seconds before the meter turns off automatically, the symbol "⚡" will start flashing to remind you that the meter will turn off.

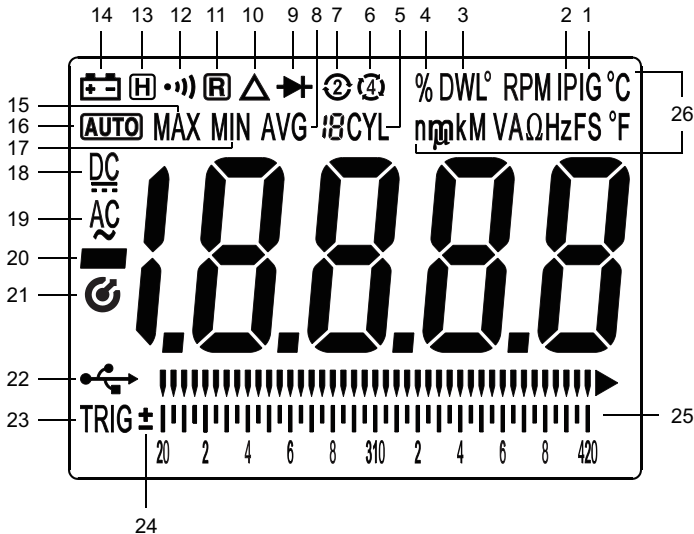
To turn on the meter again, set the rotary switch to **OFF** position first and then set it to a desired position.

To disable the automatic power-off feature, turn on the meter while holding down the "HOLD" button.

Using Inductive Pickup

The meter comes with an Inductive Pickup. The Inductive Pickup takes the magnetic field generated by the current in the spark plug wire and converts it to a pulse that triggers the meter's RPM measurement.

4. UNDERSTANDING THE DISPLAY



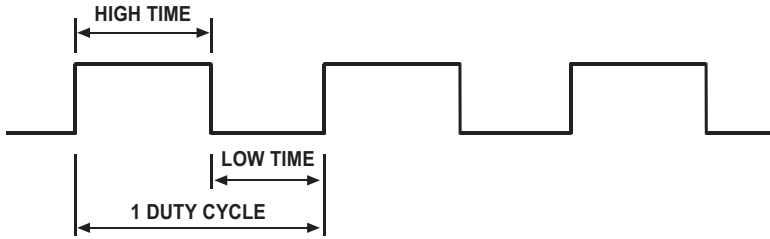
1. **RPM IG**. Displayed when the RPM IG mode is selected. In this mode, revolutions per minute on 1 to 12 cylinder engines can be measured using the test leads on the primary side of the ignition coil.
2. **RPM IP**. Displayed when the RPM IP mode is selected. In this mode, revolutions per minute on 2- or 4-stroke engines can be measured using the Inductive Pickup on a spark plug wire.
3. **DWL°**. Displayed when dwell mode is selected.
4. **%**. Displayed when duty cycle mode is selected.
5. **▮CYL**. Displayed when a certain number of cylinders is selected in the RPM IG or Dwell mode. Press the “RANGE” button to toggle between 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12 cylinder engines.
6. **④**. Displayed when 4 strokes are selected in the RPM IP mode. Press the “RANGE” button to toggle between 2-stroke and 4-stroke engines.
7. **②**. Displayed when 2 strokes are selected in the RPM IP mode. Press the “RANGE” button to toggle between 2-stroke and 4-stroke engines.
8. **AVG**. Indicates that the value being displayed is the average of all readings taken since the Recording mode was entered.
9. **➔**. Displayed when diode test is selected.
10. **△**. Displayed when Relative mode is active.
11. **REC**. Displayed when Recording mode is active.
12. **∞**. Displayed when continuity test is selected.
13. **H**. Displayed when the Hold mode is active.
14. **🔋**. Displayed when the battery is low.

WARNING

TO AVOID FALSE READINGS, WHICH COULD LEAD TO POSSIBLE ELECTRIC SHOCK OR PERSONAL INJURY, REPLACE THE BATTERY AS SOON AS THIS LOW BATTERY INDICATOR APPEARS.

15. **MAX**. Indicates that the value being displayed is the maximum reading taken since the Recording mode was entered.
16. **AUTO**. Displayed when autorange mode is active.
17. **MIN**. Indicates that the value being displayed is the minimum reading taken since the Recording mode was entered.
18. **DC**. Displayed when DC measurement function is selected.
19. **AC**. Displayed when AC measurement function is selected.
20. **■**. Indicates negative readings. In Relative mode, this sign indicates that the present input is less than the stored reference.
21. **⏻**. Indicates that the automatic power-off feature has been enabled.
22. **🔌**. Indicates that USB communication function has been turned on.
23. **TRIG**. Displayed when a – or + trigger slope is selected while the meter is in the RPM IP or RPM IG (Duty Cycle, Pulse Width, Hz or Dwell) mode. The meter defaults to a – (negative) trigger slope. Press the “± TRIG” button for 1 second to toggle between negative (-) and positive (+) trigger slope. Also displayed when the bargraph indicates trigger level.

24. **±**. Indicates the polarity of the input.
Also indicates a - (negative) or + (positive) trigger slope when a trigger slope is selected.



Select a negative (-) trigger slope to measure low (-) time and a positive (+) trigger slope to measure high (+) time. For example, when measuring duty cycle of the Mixture Control Solenoid, the low (-) time is the On time in most cases.

25. **ANALOG DISPLAY SCALE.** Displayed with 41-position analog pointers.

26. The following symbols indicate the unit of the value displayed:

DWL°	The number of degrees of distributor rotation where the points remain closed, measured for 1 to 12 cylinders
%	Percent, used for duty cycle measurement
°C/°F	Centigrade or Fahrenheit temperature measurement
Ω	Ohms
kΩ	Kilohm (1×10^3 Ohms)
MΩ	Megohm (1×10^6 Ohms)
Hz	Hertz (1 cycle/sec)
kHz	Kilohertz (1×10^3 cycles/sec)
V	Volts
mV	Millivolts (1×10^{-3} Volts)
A	Amperes (Amps)
mA	Milliamperes (1×10^{-3} Amps)
μA	Microamperes (1×10^{-6} Amps)
μF	Microfarads (1×10^{-6} Farads)
mS	Milliseconds (1×10^{-3} seconds)

5. BASIC ELECTRICAL TESTS AND MEASUREMENTS

One of the most common electrical diagnostic tools is a digital multimeter (DMM). A DMM is simply an electronic yardstick for making electrical measurements.

DMMs have many special functions and features, but the most common use is to measure voltage, current, and resistance. An automotive multimeter such as this automotive multimeter can also measure frequency, RPM, duty cycle, dwell, pulse width, temperature, capacitance, and even the condition of diodes.

General Considerations for Making Measurements

- **Accuracy**

A measurement range determines the highest value the meter can measure. Most Meter functions have more than one range. When making a measurement, it is very important that you are in the right measurement range. Selection of a lower range moves the decimal point one place to the left and increases the accuracy of the readings. When the LCD shows OFL (overload), the range is too low; select the next higher range.

- **Analog Bargraph**

The bargraph is useful for trend setting or directional data. It is easiest to read when the data causes the digital display to change rapidly.

- **Safety Shutter**

When measuring voltage, be sure that the red test lead is connected to the “TEMP RPM -16-” input jack; if the red test lead is connected to the “A” or “mA μ A” jack, you may be injured or the meter may be damaged. When measuring current, do not connect the red test lead to the “TEMP RPM -16-” input jack. The safety shutters of the meter are used to prevent inadvertent connection to wrong input terminal.

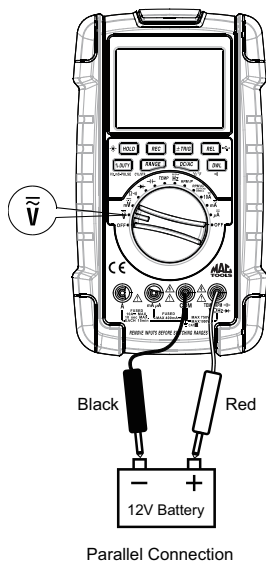
Voltage Measurements

Voltage measurements are dynamic tests that measure the voltage across a circuit or component with the power on. Voltage measurements are made with the test leads connected across the circuit element under test.



TO AVOID ELECTRICAL SHOCK AND INSTRUMENT DAMAGE, INPUT VOLTAGE MUST NOT EXCEED 1000V DC OR 750V AC RMS. DO NOT ATTEMPT TO MEASURE ANY UNKNOWN VOLTAGE THAT MAY EXCEED 1000V DC OR 750V AC RMS.

NOTE: When making voltage measurement, this meter must be connected in parallel with the circuit or circuit element under test.



Parallel Connection

Meter setup to measure voltage:

- Set the rotary switch to the voltage (\bar{V} or $m\bar{V}$) setting. (The $m\bar{V}$ setting is only for DC millivolt measurements.)
- Press the “**DC/AC**” button to select AC or DC voltage measurement, the display will show the corresponding symbol.
- Insert the black lead in the “**COM**” jack.
- Insert the red lead in the “ $\bar{V}\Omega Hz$ ” jack.

Connect:

Black probe to the negative (-) circuit or to ground.

Red probe to the circuit coming from the power source.

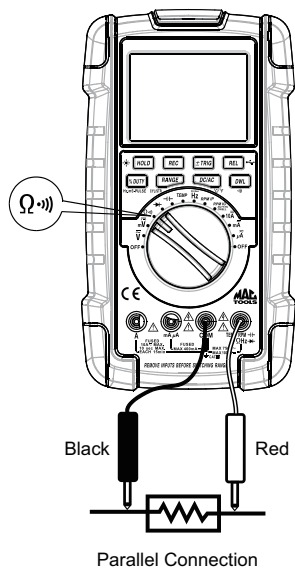
Resistance Measurements

Resistance is a static measurement which means that it must be measured with the power off. It is measured in Ohms (Ω) and the values can vary greatly from a few milliohms ($m\Omega$) for contact resistance to billions of ohms for insulators.

⚠ WARNING

TURN OFF POWER AND DISCHARGE ALL CAPACITORS IN THE CIRCUIT TO BE TESTED BEFORE MAKING IN-CIRCUIT RESISTANCE MEASUREMENTS. ACCURATE MEASUREMENT IS NOT POSSIBLE IF EXTERNAL OR RESIDUAL VOLTAGE IS PRESENT.

NOTE: The resistance in the test probes can affect accuracy in the 400 range. Short the probes together and press the “**REL**” button to subtract test lead resistance from the measurement.



Meter setup to measure resistance:

- Set the rotary switch to the Ω setting. The meter defaults to resistance measurement function.
- If a more accurate measurement is desired, select the proper resistance range by pressing the “**RANGE**” button.
- Insert the black lead in the “**COM**” jack.
- Insert the red lead in the “**VΩHz**” jack.

Connect:

- Test probes across the resistor or circuit to be tested.

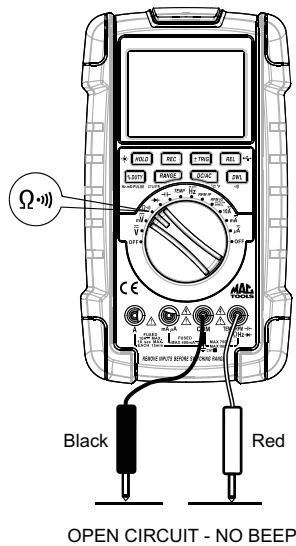
Accuracy:

Rapidly changing display readings (noise) can sometimes be eliminated if you change to a higher range. You can also smooth out noise somewhat by using the averaging (AVG) feature provided by the Recording function.

Continuity Test

A continuity test is a static test (circuit power off) that allows you to quickly and easily distinguish between an open and a closed circuit. When the meter detects a closed circuit or short, it beeps so you do not have to look at the meter during the test. This can be a valuable troubleshooting aid when determining good or blown fuses and fusible links, open or shorted conductors and wires, operations of switches, etc. It is also helpful for troubleshooting in out-of-the-way locations where it is difficult to watch the readout at all times.

- NOTE:** Turn off power to the circuit to be tested.
A beeper tone does not necessarily means zero resistance.



OPEN CIRCUIT - NO BEEP

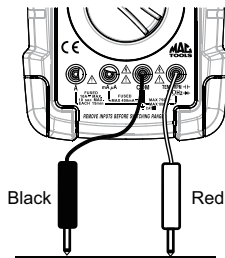
Meter setup to test circuit continuity:

- Set the rotary switch to the Ω setting.
- Press the "DWL" button until "⌚" appears on the display. Now the meter is in continuity test function and the meter defaults to the 400Ω range.
- Insert the black lead in the "COM" jack.
- Insert the red lead in the "VΩHz" jack.

Connect:

- Test probes across the circuit to be tested.

If the circuit is closed (resistance < about 40Ω), the meter will beep. If the circuit is open (resistance > 150Ω), there is no beep.

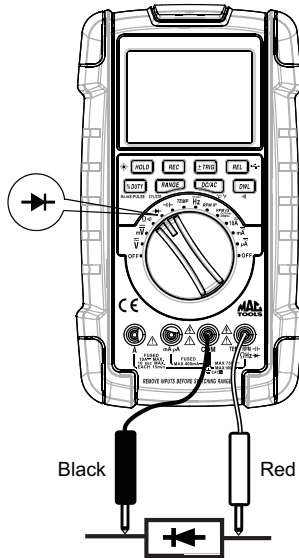


CLOSED CIRCUIT - BEEP SOUNDS


Diode Test

A diode operates as an electronic switch to allow current to flow in one direction only. It turns on when the voltage is over a certain level, generally greater than 0.3V for a silicon diode. The meter has a static diode test mode to test diodes when the circuit power is off. Readings across a good diode will typically be greater than 0.3V in one direction, while indicating an open circuit in the other direction.

NOTE: Turn off power to the circuit to be tested.



Meter setup to test the diode:

- Set the rotary switch to the  setting.
- Insert the black lead in the “COM” jack.
- Insert the red lead in the “VΩHz” jack.

Connect:

- Black test probe to the cathode of the diode.
- Red test probe to the anode of the diode.

If the diode is good, the reading should indicate 0.3V to 0.8V on the display.

Reverse the probes. The display should show “OFL” if the diode is good.

NOTE: A defective diode may read OFL (OverFlow) or have the same reading in both directions no matter how the test probes are connected.

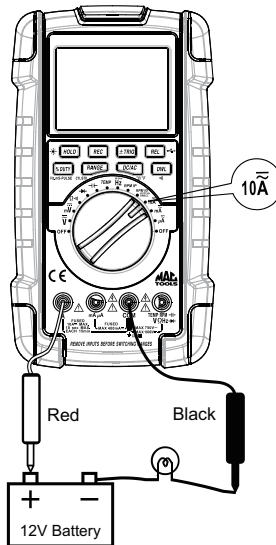
Current Measurements

Current measurements are dynamic tests that measure the current through a circuit or component with the power on. Current measurements are made with the test leads connected in series with the circuit or component under test.

CAUTION

TO AVOID DAMAGE TO THE METER, CURRENT SOURCES HAVING OPEN CIRCUIT VOLTAGES GREATER THAN 1000V DC OR 750V AC MUST NOT BE MEASURED.

NOTE: When making current measurements, the meter must be connected in series with the circuit (or circuit element) under test. To avoid damage to the meter or the equipment under test, never connect the test probes across a voltage source when the meter is in current measurement function.



Meter setup to measure current:

- Set the rotary switch to a current ($10\bar{A}$, $m\bar{A}$, or $\mu\bar{A}$) setting.
- Press the “**DC/AC**” button to select AC or DC current measurement, the display will show the corresponding symbol.
- Insert the black lead in the “**COM**” jack.
- If the current to be measured is between 400mA and 10A, insert the red test lead in the “**A**” jack. If the current is less than 400mA, insert the red test lead in the “**mA μ A**” jack instead.
- Turn off power to the circuit to be tested. Then discharge all high-voltage capacitors.
- Break the circuit path to be tested, creating a point where the test probes can be connected in series with the circuit.

Connect:

- Test probes in series with the circuit to be tested.

Turn on power to the circuit, then read the display. For DC current measurements, the polarity of the red test lead connection will be indicated as well.

Note:

1. If the red lead is connected to the “A” jack, the rotary switch must be set in the $10\bar{A}$ position. If the red lead is connected to the “mA μ A” jack, the rotary switch must be set in the $m\bar{A}$ or $\mu\bar{A}$ position.
2. If the magnitude of the current to be measured is not known beforehand, select the highest range first and then reduce it range by range until satisfactory resolution is obtained.

Temperature Measurements

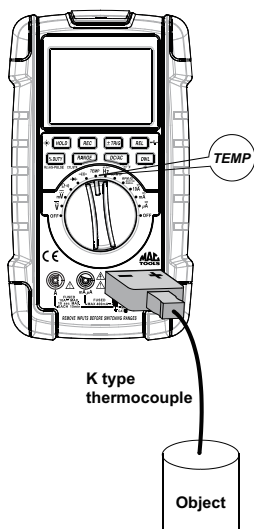
Temperature measurements can be made dynamically (power on) but care must be taken so the temperature probe does not come in contact with voltage levels that might damage the probe or the meter.



CAUTION

DO NOT ALLOW TEMPERATURE PROBES TO CONTACT ANY VOLTAGE THAT MAY EXCEED 30V AC, 42V PEAK OR 60V DC. KEEP THE METER AWAY FROM SOURCES OF VERY HIGH TEMPERATURES TO PREVENT DAMAGE.

NOTE: To avoid possible damage to the meter or other equipment, remember that while the meter is rated for -40°C to 1370°C and -40°F to $2,498^{\circ}\text{F}$, the K Type Thermocouple provided with the meter is rated to 480°C . For temperatures out of that range, use a higher rated thermocouple. The K Type Thermocouple provided with the meter is a present. For accurate measurements, use a professional-grade thermocouple.



Meter setup to measure temperature:

- Set the rotary switch to **TEMP** setting.
Note: The meter defaults to Celsius temperature measurement mode. You can press the “DC/AC” button to switch between Celsius and Fahrenheit temperature measurement if necessary.
- Insert the plug of the K type thermocouple into the “COM” and “TEMP SPIN μ VHzHzHz” jacks as shown, make sure that the polarity connections are correct.

Connect:

- Tip of the K type thermocouple to the area or surface to be measured.

Read the reading on the display.

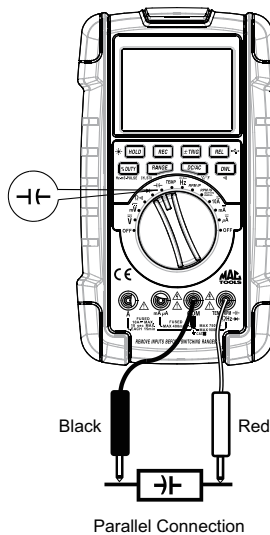
Capacitance (CAP) Measurements

Capacitance measurements check the condition of capacitors under static (power off) conditions in microfarads (μ F).

CAUTION

TURN OFF POWER TO THE CIRCUIT TO BE TESTED. THOROUGHLY DISCHARGE THE CAPACITOR TO BE TESTED BY SHORTING THE CAPACITOR LEADS TOGETHER. USE THE DC VOLTAGE FUNCTION TO CONFIRM THAT THE CAPACITOR IS DISCHARGED.

NOTE: In the 1μ F range, readings may be unstable due to environmentally induced electrical noise and floating capacity of the test probes. Therefore, connect the capacitor directly to the input terminals.



Meter setup to measure capacitance:

- Set the rotary switch to the Capacitance (—|—) setting.
- Insert the black lead in the “COM” jack.
- Insert the red lead in the “TEMP RPM —|—” jack.

Connect:

- Test probes to the capacitor. When measuring polarized capacitors, connect the red probe to the anode of the capacitor and the black probe to the cathode of the capacitor.

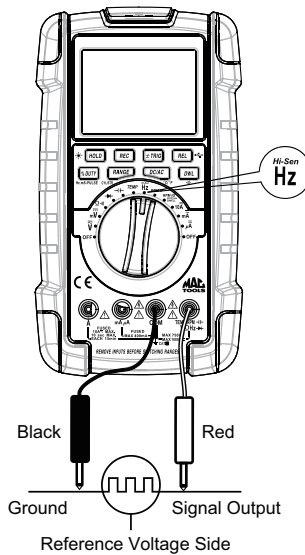
Wait until the reading is stable, then review the reading on the display.

Hi-Sen Frequency (Hz) Measurements

This meter has two frequency measurement modes: the High-Sen (high sensitivity – trigger level of about 250mV) mode for the general frequency counter mode and the Hz or RPM IG mode for automotive measurement.

In the High-Sen Frequency counter mode, the meter autoranges to one of the four ranges: 200Hz, 2000Hz, 20kHz, and 200kHz.

If the input signal is below the trigger level, frequency measurements will not be taken. If your readings are unstable, the input signal may be near the trigger level for that range. You can usually correct this by selecting a lower range using the “RANGE” button. If your readings seem to be a multiple of what you expect, your input signal may have distortion or ringing, which is common to signals from electronic motor controls. In this case, use the Hz or RPM IG mode to get the correct readings.



Meter setup to measure frequency:

- Set the rotary switch to the Hi-Sen Hz (^{Hi-Sen}Hz) setting.
- Insert the black lead in the “COM” jack.
- Insert the red lead in the “^{TEMP 200V}VΩHz” jack.

Connect:

- Black test probe to ground.
- Red test probe to the signal output lead of the object to be tested.

NOTE: The display will show 0.00Hz for frequencies below 0.5Hz.

6. BASIC AUTOMOTIVE MEASUREMENTS

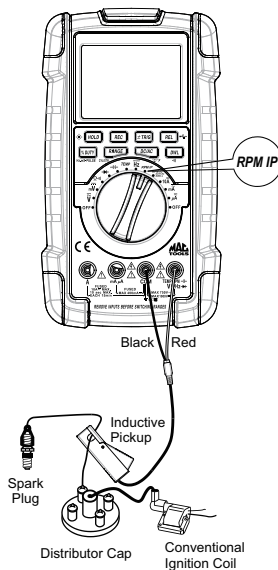
RPM Measurements Using the Inductive Pickup (RPM IP mode)

RPM (revolutions per minute) can be measured in the RPM IP mode using the inductive pickup (standard accessory). Clamp the inductive pickup around any spark plug wire; the inductive pickup converts the magnetic field generated by the current flow in the spark plug wire into a pulse that triggers the meter's RPM measurement.

With the inductive pickup, you can make RPM measurements on any two- or four-stroke automotive engine with any number of cylinders without physically connecting to any test points or wires.

WARNING

THE IGNITION SYSTEM POSES A POTENTIAL SHOCK HAZARD. ENSURE THAT THE ENGINE IS OFF BEFORE CONNECTING OR REMOVING THE INDUCTIVE PICKUP.



Meter setup to measure RPM:

- Set the rotary switch to RPM IP (*RPM IP*) setting.
- Press the “**RANGE**” button to select either 2 or 4 stroke engine.
- Insert the black plug of the inductive pickup into the “**COM**” jack and the red plug of the inductive pickup into the “**VΩHz**” jack.

Connect the inductive pickup to any spark plug wire and start the engine. If no reading is received, unhook the pickup, turn it over, and connect again. If the reading is too high or unstable, adjust trigger level.

NOTE: Position the pickup away from the distributor and the exhaust manifold, but as close as possible to the spark plug. If no reading or an erratic reading is displayed, first reverse the inductive pickup; then move the pickup to another spark plug wire and test again.

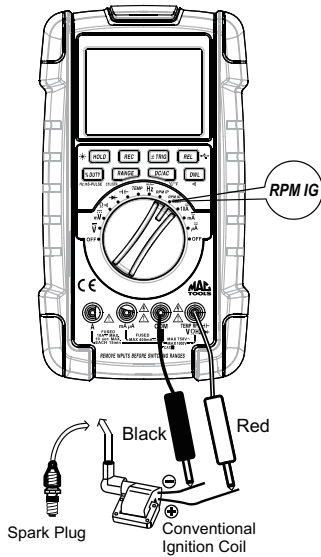
RPM Measurements Using Test Probes (RPM IG mode)

RPM can be measured using the test probes connected to the primary side of a conventional distributor-type ignition coil. Before measuring RPM, you need to determine whether you are looking at a 2- or 4-stroke engine and how many cylinders are in the engine.

When the RPM IG setting is first selected, the meter defaults to four strokes and four cylinders so that **RPM IG**, **4CYL, TRIG**, and **-** appear on the display. If you want to select a different number of cylinders, press the “**RANGE**” button repeatedly to cycle through the number of cylinders between 1 and 12 (excluding 7, 9 and 11). The number of strokes can not be changed in the RPM IG mode; you must temporarily switch to the RPM IP mode, then change strokes by pressing the “**RANGE**” button, and then return to the RPM IG mode.

WARNING

THE IGNITION SYSTEM POSES A POTENTIAL SHOCK HAZARD. ENSURE THAT THE ENGINE IS OFF BEFORE CONNECTING AND REMOVING THE TEST PROBES.



Meter setup to measure RPM:

- Set the rotary switch to the RPM IG (**RPM IG**) setting.
- If “RPM IG” is not present on the display, press the “%DUTY” button until “RPM IG” appears on the display.
- Press the “RANGE” button to select the number of cylinders.
- Insert the black lead in the “COM” jack.
- Insert the red lead in the “TEMP RPM” jack.

Connect:

- Black test probe to a good ground near the coil.
- Red test probe to the primary side of the ignition coil.

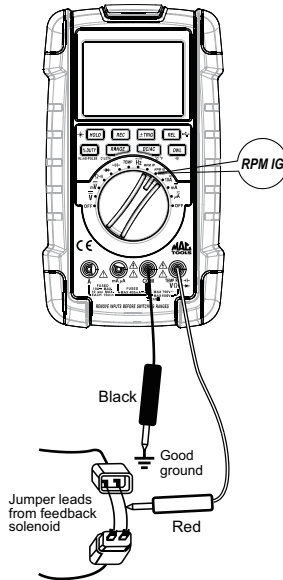
Start the engine and note the reading on the display while moving the throttle.

If the reading is too high or unstable, adjust the trigger level.

NOTE: Refer to the car’s service manual for information on the number of strokes and cylinders for specific engines.

Duty Cycle Measurements

Duty cycle (or duty factor) is the percentage of time a signal is above or below a trigger level during one cycle. There are many signals on the vehicle where you may need to measure duty cycle. For example, signals from the mixture control solenoid of a feedback carburetor, signals from cam or crank sensors, and the control signals for fuel injectors. This example uses the meter to measure duty cycle on the mixture control solenoid signal of a feedback carburetor.



Meter setup to measure duty cycle:

- Set the rotary switch to the RPM IG (**RPM IG**) setting.
- Press the “%DUTY” button until “%” appears on the display.
- Insert the black lead in the “COM” jack.
- Insert the red lead in the “ $\text{V}\Omega\text{Hz}$ ” jack.

Connect:

- Jumper wires between the feedback solenoid and the harness connector.
- Black test probe to a good ground near the carburetor or the negative (-) vehicle battery post.
- Red test probe to the solenoid control signal.

Press and hold down the “ \pm TRIG” button for 1 sec to toggle between negative (-) and positive (+) slope.

Start the engine. A duty cycle of about 50% should be read.

If reading is too high or unstable, adjust the trigger level by pressing the “ \pm TRIG” button repeatedly.

For most cars, the points of the solenoid are closed for a duty cycle between 50% and 70%.

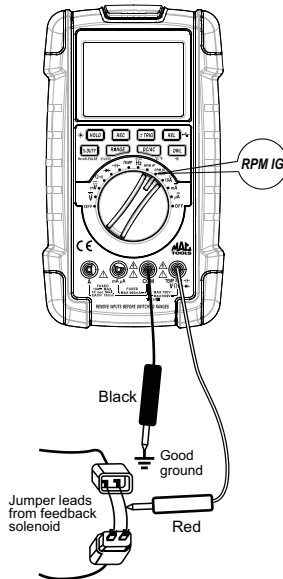
Once the engine warms up and goes into open loop, the duty cycle should fluctuate.

NOTE: Refer to the car's service manual to verify slope for each component.

Pulse Width Measurements

Pulse width is the length of time an actuator is energized. For example, fuel injectors are activated by an electronic pulse from the Engine Control Module (ECM). This pulse generates a magnetic field that pulls the injector nozzle valve open. The pulse ends and the injector nozzle closes. This Open-to-Close time is the pulse width and is measured in milliseconds (mS).

Automotive applications for measuring pulse width include fuel, fuel mixture control solenoids and the idle air control motor. The following example shows how to measure pulse width on port fuel injectors.



Meter setup to measure pulse width:

- Set the rotary switch to the RPM IG (*RPM IG*) setting.
- Press the “%DUTY” button until “mS” appears on the display.
- Press and hold down the “±TRIG” button for 1 sec until the negative (-) trigger slope is displayed.

NOTE: The On time for most fuel injectors is displayed on the negative (-) slope.

- Insert the black lead in the “COM” jack.
- Insert the red lead in the “VΩHz” jack.

Connect:

- Jumper wires between the fuel injector and the harness connector.
- Black test probe to a good ground near the fuel injector or the negative (-) vehicle battery post.
- Red test probe to the fuel injector solenoid driver input on the jumper cable.

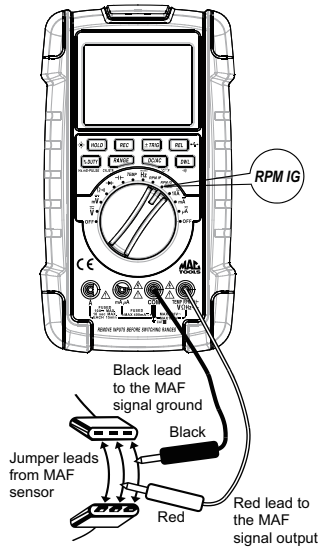
Start the engine. Pulse width is shown in milliseconds.

If reading is too high (overrange) or unstable, adjust the trigger level by pressing the “±TRIG” button repeatedly.

Frequency (Automotive Hz) Measurements

Frequency is the number of cycles a signal completes each second. There are many sensors and signals on a vehicle that produce a frequency that can be measured. For example, wheel speed sensors, vehicle speed sensors, fuel injector control signals, cam and crank outputs, and engine reference signals. This example measures the frequency output of a digital mass air flow sensor (MAF). Output can vary from several hundred Hz to ten thousand Hz depending on the type of MAF sensor.

NOTE: Although similar in appearance, MAF sensors made by different manufacturers function differently, have different frequency ranges and squarewaves, and are not interchangeable. Voltage level of squarewaves should be consistent. Frequency should change smoothly with engine load and speed.



Meter setup to measure frequency:

- Set the rotary switch to the RPM IG (*RPM IG*) setting.
- Press the “%DUTY” button until “Hz” appears on the display.
- Insert the black lead in the “COM” jack.
- Insert the red lead in the “VΩHz” jack.

Connect:

- Jumper wires between the MAF sensor and the harness connector.
- Black test probe to the ground jumper wire.
- Red test probe to the signal output jumper wire.

Start the engine. Note the frequency shown on the meter display at idle. Advance the throttle and note the change in frequency.

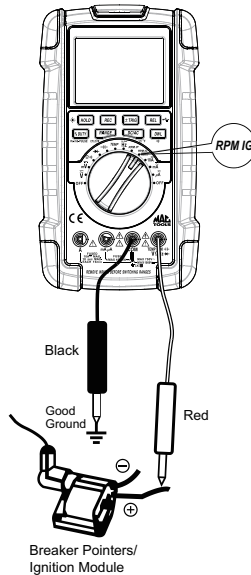
NOTE: Refer to the car's service manual for correct frequency readings.

If reading is unstable, adjust the trigger level by pressing the “±TRIG” button repeatedly.

Dwell Measurements

Dwell is the number of degrees of distributor rotation that the points remain closed. Dwell can be measured for 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, or 12 cylinder engines using the meter. Before measuring dwell, you need to determine how many cylinders are in the engine.

In the Dwell mode, the meter defaults to four cylinders and negative (-) slope, so **DWL^o**, **4CYL**, **TRIG**, and **-** are displayed. If you want to select a different cylinder number, press the “**RANGE**” button repeatedly to select the correct number of cylinders.



Meter setup to measure dwell:

- Set the rotary switch to the RPM IG (**RPM IG**) setting.
- Press the “**DWL**” button until “**DWL^o**”, “**4CYL**”, “**TRIG**”, and “**-**” appears on the display.
- Insert the black lead in the “**COM**” jack.
- Insert the red lead in the “**VΩHz**” jack.

Connect:

- Black test probe to a good ground or the negative (-) vehicle battery post.
- Red test probe to the wire that connects to the breaker points.

Press the “**RANGE**” button repeatedly to select the required number of cylinders.

Start the engine and observe the reading.

If the reading is too high or unstable, adjust trigger level by pressing the “**±TRIG**” button repeatedly.

7. BASIC AUTOMOTIVE DIAGNOSTIC TESTING

A systematic series of tests that check the vehicle electrical system should be performed before testing individual automotive components. The following basic tests check the primary areas responsible for the majority of the electrical problems found in an automobile. Perform these tests first, even if a fault or trouble code is set in the on-board computer. A basic ground problem in the electrical system can cause a component malfunction detected by the on-board. If the problem is caused by a poor ground, simply replacing a failed component will not provide a cure.

Basic diagnostic testing should begin by checking the main source of power and the chassis ground circuit connections. Ground circuits are potentially the most troublesome areas of automotive electronics, yet they are least understood and hardest to diagnose. One of the most frustrating electrical problems you will encounter in an automobile is a high-resistance ground. This can create some very strange symptoms that seem to be unrelated to the cause. The symptoms can include problems with turn signals, lights that stay dim, the wrong lights turning on, transmission shifting problems, gauges that change when certain accessories are operated, or even lights that will not turn on at all.

You can find a bad ground by checking the voltage drop between the component's ground wire and a clean chassis ground or the negative vehicle battery terminal. An excessive voltage drop in a ground circuit affects the entire electrical circuit. That is why it is so important to make sure the basic circuits are in good shape before checking trouble codes in the on-board computer and individual components.

BATTERY TESTS

If you are having electrical problems, first test the battery. If the battery is low or discharged, it must be thoroughly recharged before tests can begin.

A discharged battery may also indicate a problem in the charging circuit. Batteries are often blamed for “no-start” conditions when, in fact, the real problem exists in the charging system. After a charging system problem exists for some period of time, the battery becomes discharged and can not supply enough current for the starter to crank the engine.

Many electrical problems are caused by current drains and shorts. Current drains that cause dead batteries are often referred to as shorts, even though they are not actually short circuits. Shorts that blow fuses can be found using the same troubleshooting techniques used to find current drains, even though the symptoms are different.

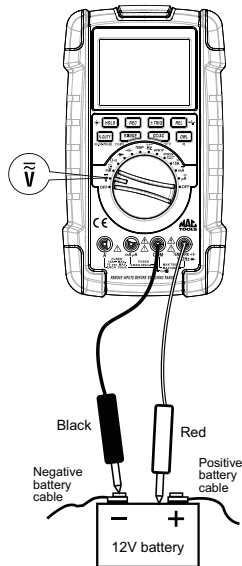
NOTE: Remove the battery cables and thoroughly clean the cable terminals and the battery posts. Reassemble them before beginning tests.

⚠ CAUTION

THE IGNITION SWITCH MUST BE OFF TO PREVENT DAMAGE TO THE VEHICLE COMPUTER WHEN CONNECTING OR DISCONNECTING BATTERY CABLES.

Battery Surface Discharge Test

The test checks for a low current discharge across the battery case. Dirt, moisture, corrosion are typical causes of surface discharge. Clean the battery surface with a baking soda and water solution to prevent surface discharge. However, never let the solution get into the battery.



Meter setup to measure surface discharge:

- Set the rotary switch to voltage (\tilde{V}) setting.
- Press the **DC/AC** button until **DC** appears on the display.
- Press the **REC** button (selects the MAX.MIN.AVG function).
- Insert the black lead in the **COM** jack.
- Insert the red lead in the \tilde{V} jack.

Connect:

- Black test probe to the negative (-) battery post.
- Red test probe to the battery case around the positive (+) battery post: DO NOT TOUCH THE POST.

A reading of more than 0.5V indicates excessive surface discharge.

Clean the battery surface thoroughly if this has not been done and retest.

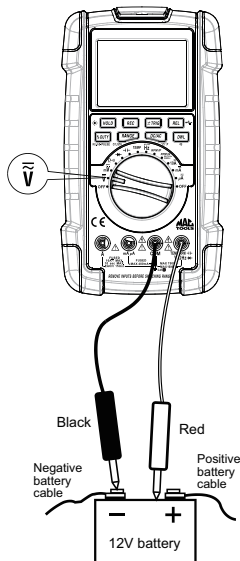
If you continue to get a reading of more than 0.5V, the battery is defective and should be replaced.

Battery No-Load Test

A fully charged battery will display at least 12.6V. The following test checks for battery charge state. Since voltage tests only show the charge state and not the battery condition, you should also perform a load test to indicate the battery's performance.

CAUTION

THE IGNITION SWITCH MUST BE OFF WHEN CONNECTING OR DISCONNECTING BATTERY CABLES TO PREVENT DAMAGE TO THE VEHICLE COMPUTER.



Meter setup to check battery charge state:

- Set the rotary switch to voltage (\bar{V}) setting.
- Press the “**DC/AC**” button until “**DC**” appears on the display.
- Insert the black lead in the “**COM**” jack.
- Insert the red lead in the “**TEMP SPIN**” jack.

Turn the headlights on for 30 seconds to dissipate any battery surface charge.

Disconnect the negative (-) battery cable from the negative battery terminal.

Connect:

- Black test probe to the negative (-) battery post.
- Red test probe to the positive (+) battery post.

Press the “**REC**” button (selects the MAX.MIN.AVG function).

A minimum reading of less than 12.4V indicates an undercharged battery. Recharge before further testing.

No Load 12V Battery Test

Meter Reading	% Battery Charge
12.60V or greater	100%
12.45V	75%
12.30V	50%
12.15V	25%

Note: This table is only for non-critical reference.

Battery Parasitic Load Test

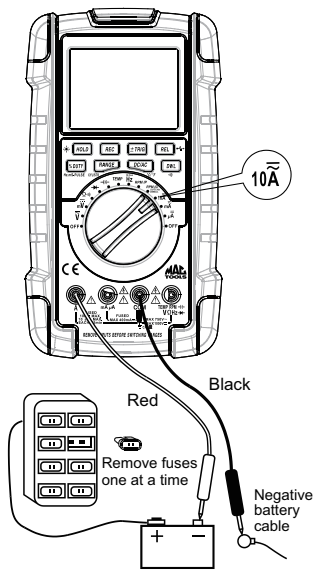
Each vehicle has a certain amount of parasitic load that is considered normal, but any current drain that exceeds that amount should be located and stopped. On newer vehicles after the introduction of electronic ignition and computer control systems, the parasitic load can be as high as 100mA. Check the manufacturer's specifications for the acceptable level of parasitic load for a specific vehicle.

WARNING

DO NOT CRANK THE ENGINE OR TURN ON ACCESSORIES THAT DRAW MORE THAN 10A COMBINED DURING THIS TEST SINCE YOU COULD DAMAGE THE METER OR INJURE YOURSELF.

CAUTION

THE IGNITION SWITCH MUST BE OFF WHEN CONNECTING OR DISCONNECTING BATTERY CABLES TO PREVENT DAMAGE TO THE VEHICLE COMPUTER.



Meter setup to measure parasitic load:

- Set the rotary switch to amps (10A) setting.
- Press the “DC/AC” button until “DC” appears on the display.
- Insert the black lead in the “COM” jack.
- Insert the red lead in the “A” jack.

Turn the ignition switch and all accessories off.

Disconnect the negative (-) battery cable from the negative battery terminal.

Connect:

- Black test probe to the disconnected negative (-) battery cable terminal.
- Red test probe to the negative (-) battery post.

Press the “REC” button (selects the MAX.MIN.AVG function).

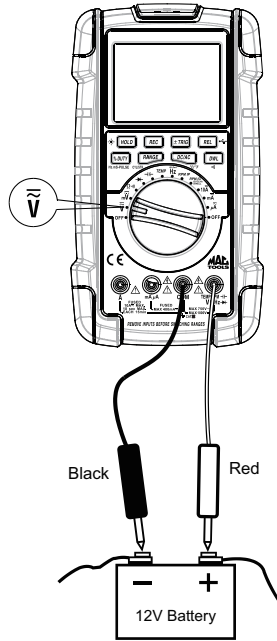
If excessive parasitic draw outside range specified in the vehicle’s service manual is indicated, remove the circuit fuses from the fuse box one at a time until the excessive draw is located. Also check non-fused applications such as headlights, computer relays, and capacitors in the instrument panel.

NOTE: Many vehicle computers draw 10mA or more continuously.

Turn off ignition and reconnect the battery.

Battery Voltage Load Test

This test checks the battery's capacity to deliver sufficient cranking voltage.



Meter setup to measure voltage load:

- Set the rotary switch to voltage (\bar{V}) setting.
- Press the “**DC/AC**” button until “**DC**” appears on the display.
- Insert the black lead in the “**COM**” jack.
- Insert the red lead in the “**VΩHz**” jack.

Connect:

- Black lead to the negative (-) battery post.
- Red lead to the positive (+) battery post.

Press the “**REC**” button (selects the MAX.MIN.AVG function).

Disable the ignition so that the engine can't start and crank the engine for 15 seconds. Check the minimum reading.

A reading of less than 9.40V at 60°F/16°C indicates a weak battery. Recharge or replace the battery before testing.

Voltage Load Test Battery Voltage Vs Battery/Air Temperature

Meter Reading	Battery/Air Temperature
10.0V	90°F/33°C
9.8V	80°F/27°C
9.6V	70°F/21°C
9.4V	60°F/16°C
9.2V	50°F/10°C
9.0V	40°F/4°C
8.8V	30°F/-1°C
8.6V	20°F/-7°C

NOTE: The above table is only for non-critical reference.
Battery temperature can be checked by using the meter's temperature function.

VOLTAGE DROP TESTS

Voltage drop tests measure the amount of voltage expended to overcome resistance (an opposing force to the flow of electrical current created by a circuit or component); the lower the voltage drop reading, the less resistance in the circuit under test.

The Hold function and the MAX/MIN Record function are very useful for measuring voltage drops on many different components and connections. For example, measuring the voltage drop across the connections and components in the starter circuit while cranking the engine (ignition or fuel system disabled to prevent starting) allows you to determine if there is excess resistance in the starter circuit.

To measure voltage drop, current must be flowing in the circuit and both voltage test probes must be connected on the same side of the circuit. Voltage drop can also be determined from available voltage readings by noting the difference between each successive reading.

Refer to the vehicle manufacturer's specification for voltage drop information. If the voltage drop specification is not available, refer to the following table to determine typical voltage drop for 12V systems:

Typical Allowable Voltage Drop

Component	Typical Voltage Drop
Battery cable length up to 3 feet	0.1V
Battery cable length over 3 feet	0.2V
Magnetic switches	0.3V
Solenoid switches	0.2V
Mechanical switches	0.1V
Battery cable connectors	0.05V
Connections	0.0V

NOTE: The allowable voltage drop values listed in the table do not apply to circuits that use aluminum cables.

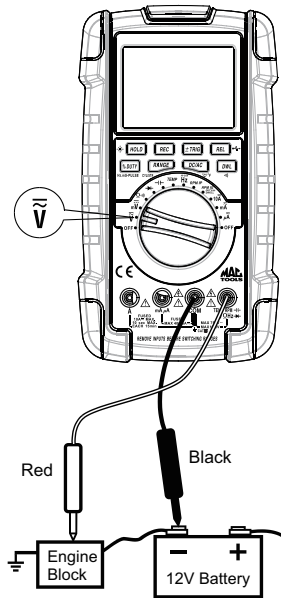
Normally, maximum voltage drop should not be more than 0.1V per wire, ground, connection, switch, or solenoid. You can determine the typical voltage by adding up the values from the above table. For example, the typical voltage drop from the negative battery post to the starter drive housing (negative test probe connected to the negative battery post and the positive test probe connected to the starter drive housing) should not exceed 0.4V. This connection consists of two connectors, one wire, and two grounds.

If the voltage drop reading is within the allowable maximum voltage drop specification, the circuit's resistance is acceptable.

If the voltage drop reading exceeds the maximum allowable voltage drop, the point of excessive resistance can be located by checking the voltage reading at each connection and cable end. When a sharp decrease in voltage drop is observed, the cause of the excessive resistance is located between that test point and the previous test point.

Battery Ground to Engine Block Voltage Drop Test

This test checks for engine ground efficiency.



Setup to check voltage drop:

- Set the rotary switch to voltage (\bar{V}) setting.
- Press the “**DC/AC**” button until “**DC**” appears on the display.
- Insert the black lead in the “**COM**” jack.
- Insert the red lead in the “**VΩHz**” jack.

Touch the black test probe to the negative (-) battery post and the red test probe to the positive (+) battery post; this reading is the base voltage to compare your test voltage reading against.

Connect:

- Red test probe to a clean spot on the engine block.

Press the “**REC**” button (selects the MAX.MIN.AVG function).

Disable the ignition so the engine can't start and crank the engine for four to five seconds.

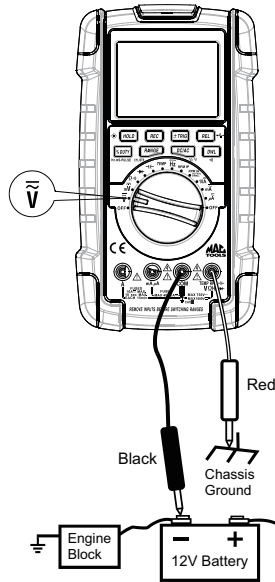
This connection has two connectors, one wire, one ground and one cable terminal-to-battery post; a voltage drop of more than 0.5V indicates a poor ground circuit.

Clean and inspect the battery cable connections and the ground connection and test again.

NOTE: Repeat the test after the engine has thoroughly warmed up. Heat expansion may change voltage drop.

Negative Chassis Ground Efficiency Voltage Drop Test

This test checks for chassis ground efficiency.



Meter setup to check voltage drop:

- Set the rotary switch to voltage (\bar{V}) setting.
- Press the “**DC/AC**” button until “**DC**” appears on the display.
- Insert the black lead in the “**COM**” jack.
- Insert the red lead in the “**V \bar{V} Hz**” jack.

Touch the black test probe to the negative (-) battery post and the red test probe to the positive (+) battery post; this reading is the base voltage to compare your test voltage reading against.

Connect:

- Black test probe to the negative (-) battery post.
- Red test probe to the point on the fender, fire wall, or vehicle frame where the accessory ground is fastened.

Press the **"REC"** button (selects the MAX.MIN.AVG function).

Turn on all the accessories (headlights, A/C fan, defroster, windshield wiper, etc.).

Disable the ignition so the engine can't start and crank the engine for four to five seconds.

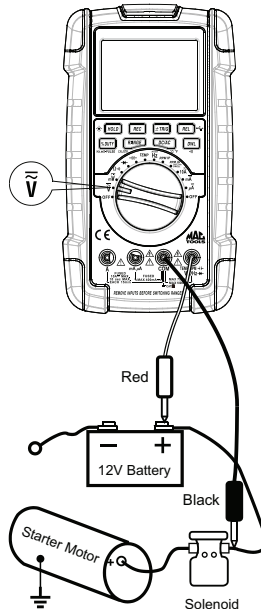
This connection has two connectors, one wire, one ground and one cable terminal-to-battery post; a voltage drop of more than 0.5V indicates a poor ground circuit.

Clean and inspect the battery cable connections and the ground and test again.

NOTE: Repeat the test after the engine has thoroughly warmed up. Heat expansion may change voltage drop.

Battery Ground to Starter Solenoid (+) Voltage Drop Test

This test checks for battery power efficiency to the starter solenoid. Measure the voltage drop between the battery post and the connecting cable, the solenoid post (+), and the wire that attaches to it.



Meter setup to check voltage drop:

- Set the rotary switch to voltage (V) setting.
- Press the **"DC/AC"** button until **"DC"** appears on the display.

- Insert the black lead in the “COM” jack.
- Insert the red lead in the “TEMP 20V 10A” jack.

Touch the black test probe to the negative (-) battery post and the red test probe to the positive (+) battery post; this reading is the base voltage to compare your test voltage reading against.

Connect:

- Black test probe direct to the positive (+) terminal on the starter solenoid.
- Red test probe to the positive (+) battery post.

Press the “REC” button (selects the MAX.MIN.AVG function).

Disable the ignition so the engine can’t start and crank the engine for four to five seconds.

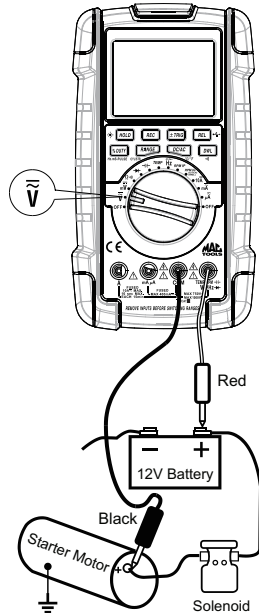
This connection has two connectors and one wire; a voltage drop of more than 0.3V indicates a poor circuit.

Clean and inspect the battery cable connections and ground and test again.

NOTE: Repeat the test after the engine has thoroughly warmed up. Heat expansion may change voltage drop.

Battery Ground to Complete Starter Circuit (+) Voltage Drop Test

This test checks for battery power efficiency to the starter motor system including the starter solenoid. Even a very low resistance in the starter circuit can cause the starter to turn slowly because of the high currents in the starter circuits.



Meter setup to measure voltage drop:

- Set the rotary switch to voltage (\bar{V}) setting.
- Press the “**DC/AC**” button until “**DC**” appears on the display.
- Insert the black lead in the “**COM**” jack.
- Insert the red lead in the “**VΩHz**” jack.

Touch the black test probe to the negative (-) battery post and the red test probe to the positive (+) battery post to establish the base voltage to compare the test voltage against.

Connect:

- Black test probe direct to the positive (+) terminal on the starter motor.
- Red test probe to the positive (+) battery post.

Press the “**REC**” button (selects the MAX.MIN.AVG function).

Disable the ignition so the engine can't start and crank the engine for four to five seconds.

This connection has four connectors, two wires, and two solenoid connections; a voltage drop of more than 0.8mV indicates a poor circuit.

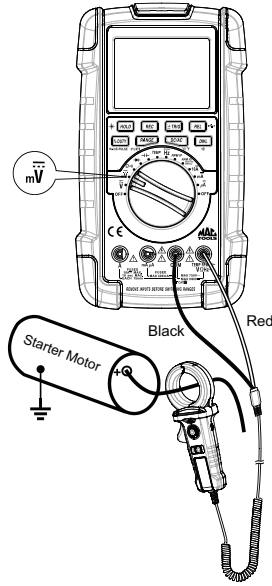
Clean and inspect the battery, starter cables, solenoid, and cable connections and test again.

A defective starter solenoid may cause an excessive voltage drop. Check the cables and connections before replacing the solenoid.

NOTE: Repeat the test after the engine has thoroughly warmed up. Heat expansion may change voltage drop.

Starter Motor Current Test

If you have successfully completed the battery tests and the voltage drops tests, you have verified that there is adequate battery voltage to the starter. Next, investigate how much current the starter is drawing by using a DC clamp-on current probe. Under normal operating conditions, with an outside air temperature of 70°F, a good rule of thumb for calculating cranking current is 1A per CID (Cubic Inch Displacement) or 60A per liter \pm about 25%. Under no-load conditions, it's 0.5A per CID \pm about 10%. Check the manufacturer's specifications for the correct starter cranking current.



Meter setup to measure starter current:

- Set the rotary switch to the millivolts DC ($m\bar{V}$) setting.
- Connect a DC clamp-on current probe (optional accessory) to the meter. Black lead to the “COM” jack and red lead to the \overline{V} jack.

Clamp the clamp-on current probe around the cable connected to the positive (+) terminal of the starter motor. Be sure that the arrow on the clamp is pointed in the direction of the current flow in the cable.

Press the “REC” button (selects the MAX.MIN.AVG function).

The minimum reading is the negative current draw.

Disable the ignition so the engine can't start and crank the engine for four to five seconds.

If the current draw is not high and the battery has tested good in the previous tests but the starter turns the engine slowly, check the resistance (or voltage drop) in the starter circuit again.

CHARGING SYSTEM TESTS

Charging system problems are often indicated by a “no-start” complaint. Normally, the battery has discharged and the starter will not crank the engine. To properly check the charging system, the battery must be fully charged. Recharge the battery completely if necessary, before continuing.

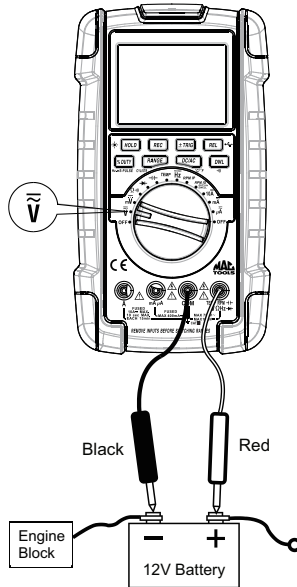
To diagnose and adjust regulators/alternators on a typical GM vehicle, you must first determine if the system has an integral (internal) regulator. Then determine whether it is a type A or B alternator. The type A alternator has one brush connected to the battery (+) and the other brush grounded through the regulator. The type B regulator has one brush tied to ground and the other connected to the battery (+) through the regulator. Next isolate the problem to either the alternator or regulator. To do this, you need to by-pass the regulator (this is called “full fielding”), ground the type A field terminal, or connect the type B field terminal to the battery (+) side. If the system now charges, the regulator is faulty.

Alternator Output Voltage Test at the Battery (+)

This test checks for alternator output voltage to the battery.

WARNING

WHEN PERFORMING THIS TEST, IDLE THE ENGINE WITH THE LIGHTS ON SO THE OUTPUT VOLTAGE DOES NOT GO OVER 15V. IF CHECKING AN ALTERNATOR WITH AN INTEGRAL REGULATOR, YOU MUST KNOW WHICH TYPE YOU ARE TESTING TO AVOID ANY DAMAGE TO THE ALTERNATOR OR REGULATOR (SEE PREVIOUS DISCUSSION).



Meter setup to measure alternator output voltage:

- Set the rotary switch to voltage (\bar{V}) setting.
- Press the “**DC/AC**” button until “**DC**” appears on the display.
- Insert the black lead in the “**COM**” jack.
- Insert the red lead in the “ \bar{V} ΩHzmA” jack.

Turn all vehicle accessories off.

Connect:

- Black lead to the negative (-) battery post.
- Red lead to the positive (+) battery post.

Press the “**REC**” button (selects the MAX.MIN.AVG function).

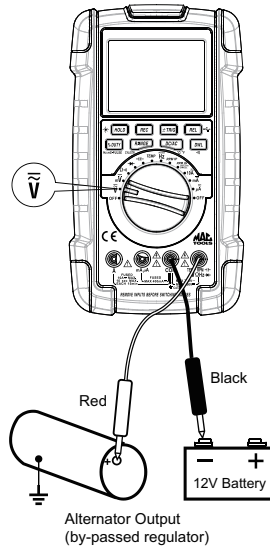
Start the engine and run it at 2,000 RPMs. A reading of 13.5V to 15.5V is an acceptable charging rate.

If the voltage is low, check for:

- Defective alternator or regulator (see tests that follow)
- Cracked, glazed, or loose drive belt
- Faulty or loose wires or connectors

Alternator Output (+) Voltage Test (Loaded)

This test is necessary only if the vehicle failed the previous test.



Meter setup to measure alternator output voltage:

- Set the rotary switch to voltage (\bar{V}) setting.
- Press the “DC/AC” button until “DC” appears on the display.
- Insert the black lead in the “COM” jack.
- Insert the red lead in the the \bar{V} ΩHzmA jack.

Press the “REC” button (selects the MAX.MIN.AVG function).

Connect:

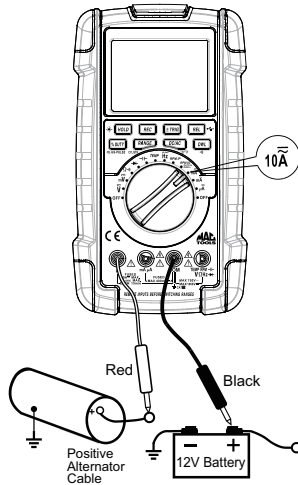
- Black test probe to the negative (-) battery post.
- Red test probe to the battery (+) terminal on the back of the alternator.

Start the engine and run it at 2,000 RPMs. A reading of 13.5V to 15.5V is an acceptable charging rate.

A good alternator will maintain at least 13.6V at the rated current output.

Alternator Field Current Test

Corroded or worn brushes (or terminals) limit the alternator's field current and cause a low alternator output current. To check the field current, load the alternator to the rated output current with a battery load tester and measure the field current by using a DC clamp-on current probe (optional accessory) or use the “A” input jack on the meter.



Meter setup to measure alternator field current:

- Set the rotary switch to amps (10 \bar{A}) setting.
- Press the “DC/AC” button until “DC” appears on the display.
- Insert the black lead in the “COM” jack.
- Insert the red lead in the “A” jack.

Turn all vehicle accessories off.

Connect:

- Black test probe to the positive (+) battery post.
- Red test probe to the positive (+) alternator cable.

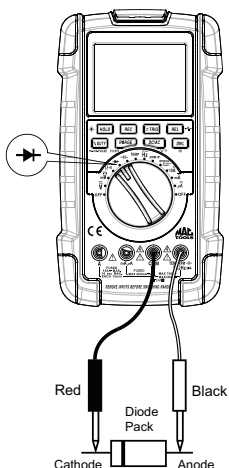
Start the engine and run it at 2,000 RPMs. The current reading should be from 3A to 7A.

NOTE: Low battery voltage produces a higher current.

Alternator Diode Test

The diode pack in an alternator consists of two diodes in series. To test the alternator diodes, remove the diode pack from the alternator. Then touch one test probe to one side of the alternator diode pack and touch the other test probe to the other side. Record the reading; then reverse the test probes and repeat the test. For one of the diode tests, the meter should display the voltage drop across the series diodes at typically about 0.8V; testing in the other direction should display OFL (OverFLow). If the reading is about 0.4V, one diode is shorted. A reading below 0.2V indicates two shorted diodes.

NOTE: Shorted diodes in the alternator can cause a low current output and run the battery dead overnight.



Meter setup to measure voltage drop of the alternator diode pack:

- Set the rotary switch to diode test (▶|) setting.
- Insert the black lead in the “COM” jack.
- Insert the red lead in the “ $V\Omega Hz$ ” jack.

Disconnect the battery cable from the alternator output terminal.

Dismantle the alternator and remove the diode pack from the alternator.

Connect:

- Black test probe to the negative (cathode) side of the diode pack.
- Red test probe to the positive (anode) side of the diode pack.

If neither diode is shorted, about 0.8V should be displayed.

If one diode is shorted, about 0.4V should be displayed.

If wire is open, both diodes are open, or the voltage drop is above 2V, **OFL** (OverFLow) should be displayed.

IGNITION SYSTEM TESTS

If you suspect a bad ignition wire, test resistance of the wire while moving, twisting, or bending the wire. The resistance values will typically be around 10k Ω per foot.

If you suspect a problem with the ignition coil, check the resistance of the ignition coil's primary and secondary windings. This test needs to be done both when the coil is hot and when it is cold. You should also measure from the coil's case to each connector and between the primary and secondary windings to insure they are not shorted together. The primary windings should have a very low resistance – typically from a few tenths of an ohm to a few ohms. The secondary windings should have a much higher resistance – typically in the 10k Ω range. To get the actual figures for a specific coil, check the manufacturer's specifications.

Spark Plug Wire (Secondary Ignition Wire) Resistance Test

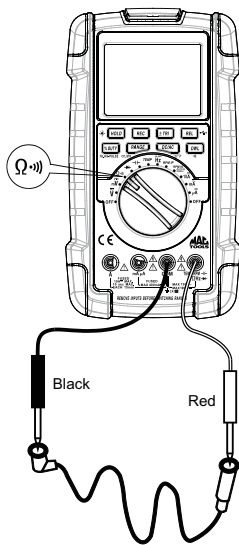


TO AVOID ELECTRICAL SHOCK, ALWAYS DISCONNECT THE IGNITION COIL FROM THE IGNITION SYSTEM BEFORE TESTING.

If spark plugs are more than two years old or if there are other indications of ignition system problems, check the spark plug wires.

NOTE: Be careful when pulling the spark plug boot from the insulator as bonding may have occurred.

This test checks for high resistance or open circuits in the secondary ignition wires (spark plug wires).



Meter setup to measure spark plug wire resistance:

- Set the rotary switch to resistance (Ω) setting.
- If “ \cdot ” is present on the display, press the “DWL” button until “ \cdot ” disappears.
- Insert the black lead in the “COM” jack.
- Insert the red lead in the “ $\overset{V}{\Omega}{Hz}$ ” jack.

Connect:

- Test probes to opposite ends of the spark plug wire.

Press the “REC” button (selects the MAX.MIN.AVG function).

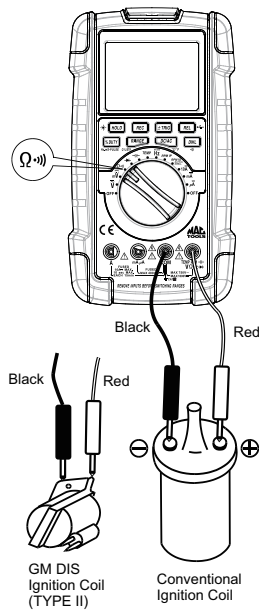
The reading is dependent on the length of the wire you are measuring. Typical measurements are approximately 10k Ω per foot of wire. For example, two feet of spark plug wire should measure about 20k Ω .

Compare readings to other spark plug wires on the same engine to insure accuracy of the test.

NOTE: Be sure the test probe tips make contact with the center conductor of the wire.

Primary Windings Resistance Test

This test checks for resistance in the primary windings of conventional and DIS (distributorless) ignition coils.



Meter setup to measure resistance in the primary windings of ignition coils:

- Set the rotary switch to resistance (Ω) setting.
- If “ Ω ” is present on the display, press the “DWL” button until “ Ω ” disappears.
- Insert the black lead in the “COM” jack.
- Insert the red lead in the “VΩHz” jack.

Disconnect the coil from the ignition system.

NOTE: In order to make accurate low-resistance measurements, the resistance in the test leads must be subtracted from the total resistance measured. Short the test leads together and press the “REL” button. The resistance (typically 0.2 Ω to 1.5 Ω) of the test leads will be automatically subtracted from the measurement.

Connect:

- Black test probe to the negative (-) terminal on the coil.
- Red test probe to the positive (+) terminal on the coil.

NOTE: Both primary connections are located on the back of Type II coils.

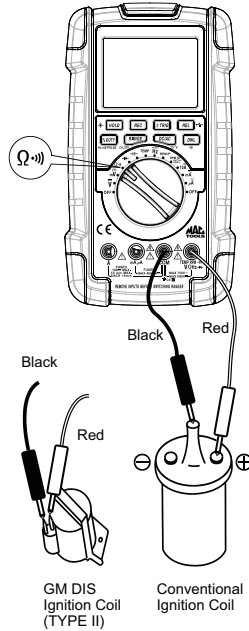
Typical measurements should be between 0.5Ω and 2.0Ω .

To get the actual figures for a specific coil, check the manufacturer's specifications.

NOTE: Test the ignition coil both when it is hot and when it is cold.

Secondary Windings Resistance Test

This test checks for resistance in the secondary windings of the conventional and DIS (Distributorless Ignition System) ignition coils.



Meter setup to measure resistance in the secondary windings of ignition coils:

- Set the rotary switch to resistance (Ω) setting.
- If “ ∞ ” is present on the display, press the “**DWL**” button until “ ∞ ” disappears.
- Insert the black lead in the “**COM**” jack.
- Insert the red lead in the “**V Ω Hz**” jack.
- Disconnect the coil from the ignition system.

Connect:

- Black test probe to the high-tension terminal on the coil.
- Red test probe to the positive (+) terminal on the coil.

Typical measurements are between $6k\Omega$ and $20k\Omega$.

To get the actual figures for a specific coil, check the manufacturer's specifications.

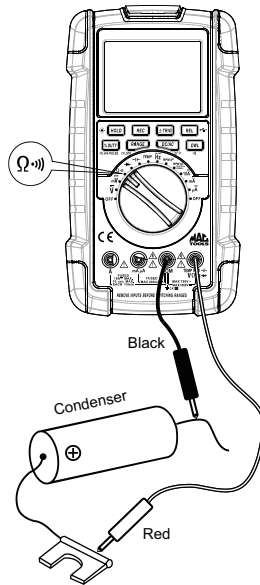
NOTE: Test the ignition coil both when it is hot and when it is cold.

Condensers/Capacitors Leakage Test

This meter can be used to check automotive condensers (capacitors) using the Resistance function. Since the Resistance function applies a voltage across the test leads, the condenser charges up and the displayed resistance increases to infinity. Any other reading indicates that you should replace the condenser.

⚠ CAUTION

BEFORE PERFORMING THIS TEST, MAKE SURE THAT IGNITION SYSTEM IS OFF AND ALL WIRES CONNECTED TO THE COILS ARE DISCONNECTED.



Meter setup to check condenser leakage:

- Set the rotary switch to resistance (Ω) setting.
- If “∞” is present on the display, press the “DWL” button until “∞” disappears.
- Insert the black lead in the “COM” jack.
- Insert the red lead in the “VΩHz” jack.

Connect:

- Black test probe to the negative (-) side of the condenser.
- Red test probe to the positive (+) side of the condenser.

Watch the bargraph increase as the condenser charges. The resistance of a good condenser should increase from zero to infinity over a short period of time.

NOTE: In a conventional ignition system, make sure that the points are open before starting the test. Switch the test leads and check the condenser in both directions. Check condensers under both hot and cold conditions. The meter's capacitance measurement function can be used to measure the capacitance of condensers.

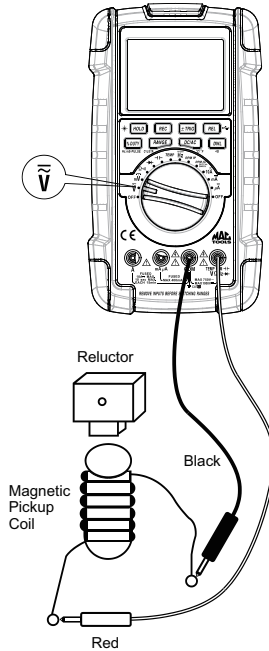
POSITION SENSORS

There are basically two types position sensors: Magnetic and Hall-Effect. The magnetic type is simply a permanent magnet with a coil of wire wrapped around it. Magnetic sensors have two wires – one connected to each end of a coil winding. Magnetic sensors can be found in some distributors and consist of a magnetic pickup and a reluctor to change the magnetic field. In a distributor, the clearance between the pickup and the reluctor on a magnetic sensor is critical; be sure to check according to the manufacturer's specifications. The specs are usually between 0.03 inches and 0.07 inches.

A Hall-Effect sensor uses a semiconductor material that produces a voltage as a magnetic field passes through it. The voltage produced by the Hall-Effect sensor is proportional to the strength of the magnetic field. This magnetic field can come from a permanent magnet or an electric current. Hall-Effect position sensors have replaced ignition points in many distributor type ignition systems. They are also currently being used to determine the crank and cam position on distributorless ignition system (DIS), which tells the vehicle's computer when to fire the coils. This position information also tells the computer when to open the injectors on sequential fuel injected systems.

Magnetic Position Sensor (Pulses) Test

This test checks for pulses from a magnetic distributor pickup to determine if the reluctor wheel or the magnetic pickup is bad.



Meter setup to check pulses from a magnetic pickup:

- Set the rotary switch to voltage (V~) setting.
- Press the “**DC/AC**” button until “**AC**” appears on the display.
- Insert the black lead in the “**COM**” jack.
- Insert the red lead in the “**VΩHz**” jack.

Disconnect the distributor from the ignition module.

Connect:

- Test probes to the sensor output leads.

Watch the bargraph change. When the engine is cranked, pulses should appear on the bar graph.

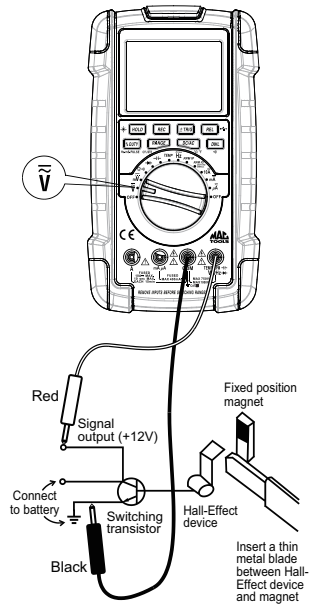
No pluses will appear if the reluctor wheel or the magnetic pickup is bad.

NOTE: Clearance between the pickup and the reluctor is very critical. Be sure to check it according to the manufacturer’s specifications.

On GM cars, remove the distributor cap to access the pickup and the reluctor.

Hall-Effect Sensor (Voltage) Test

This test checks for switching action of the Hall-Effect position sensor.



Meter setup to check Hall-Effect sensors:

- Set the rotary switch to voltage (\bar{V}) setting.
- Insert the black lead in the "COM" jack.
- Insert the red lead in the "Signal output (+12V)" jack.

Connect:

- Black test probe to the ground terminal of the Hall-Effect sensor.
- Red test probe to the signal output terminal of the Hall-Effect sensor.

Insert a thin metal blade or steel feeler gauge between the Hall-Effect device and the magnet while watching the bargraph and the display.

The output signal should vary from 12V to 0V. Inserting the metal blade blocks the magnetic field from getting to the Hall-Effect sensor; removing the metal blade allows the magnetic field to reach the sensor.

8. BASIC AUTOMOTIVE COMPONENT TESTING

Computer Controlled Systems

Most cars built today have several on-board computers that control the engine, transmission, brake, suspension, climate control, entertainment, and many other systems.

Control systems of computerized vehicle are made up of the following three basic component groups:

- **Sensors.** Input devices to provide feedback for the vehicle computer. For example, coolant sensor, vacuum sensor, throttle position sensor, RPM sensor, barometric sensor, oxygen sensor, etc.
- **Engine Control Module (ECM).** Processes feedback supplied by the sensors and then sends an electronic command to the relevant component actuators.
- **Actuators.** Output devices that may be mechanical, electrical, or vacuum components activated by the vehicle computer. For example, electro-mechanical carburetor, fuel injector, ignition spark advancer, air pump, exhaust gas recirculation valve, canister purger, torque converter clutch, etc.

Sometimes when a sensor or actuator fails, an error code is generated. These errors are stored in the computer memory as fault or trouble codes. Each sensor has various code numbers assigned to it, depending on the problem that occurred.

When a fault occurs, a technician can read the fault codes by retrieving the information from the computer's memory. There are various ways to read these trouble codes. On vehicle model years 1995 or older, they may display the fault codes using the digital clock on the dash, others use the tachometer, and many use a blinking light to signal the fault codes. However, vehicle model years 1996 or newer which use the OBD II protocol require a code reader or scan tool that plugs into the computer's serial communication port to read the trouble codes.

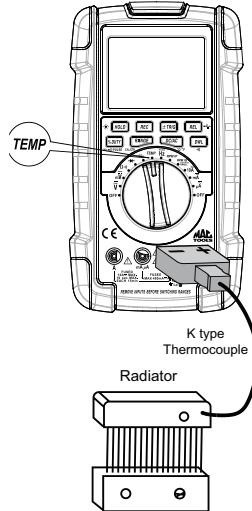
NOTE: For specific instructions on how to retrieve trouble codes from a specific vehicle computer system, consult the service manual for the vehicle.

Basic Component Testing

Testing with specific components often requires detailed component schematics and test specifications provided by the vehicle manufacturer. The following section provides general test information and procedures for the primary input devices (sensors) and output devices (actuators).

Temperature Tests

To test many components (such as radiators, transmissions, heaters, A/C condensers, A/C evaporators, engine coolant sensors, coolant temperature switches, and air temperature sensors) that regulate temperature, measure the surface temperature of the area surrounding the component.



Meter setup to measure temperature:

- Set the rotary switch to temperature (**TEMP**) setting.
- Insert the plug of the K type thermocouple into the “COM” and “VΩHz” jacks as shown, make sure that the polarity connections are correct.
- Press the “REC” button (selects the MAX.MIN.AVG function).

Touch the tip of the thermocouple directly to the surface area near the radiator inlet.

Press the “DC/AC” button to switch between °F and °C.

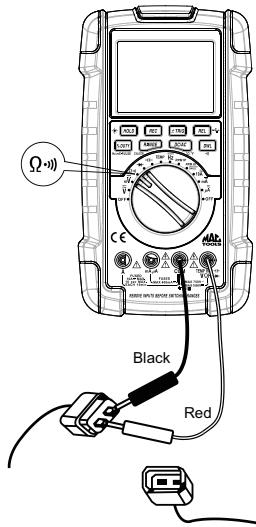
Refer to the manufacturer’s specifications for correct temperature. Measured temperature should be within $\pm 10^{\circ}\text{F}$ ($\pm 5^{\circ}\text{C}$) of the specifications.

NOTE: The above procedure is specific to testing radiator temperature. Use similar test procedures to measure temperature of other components or systems.

Two-Wire Device (Thermistor) Tests

Thermistors are essentially variable resistors that are sensitive to temperature level changes. The thermistor’s resistance value changes as the temperature changes. Typical thermistor applications are: Engine Coolant Temperature (ECT) sensor, Air Charge Temperature (ACT) sensor, Manifold Air Temperature (MAT) sensor, Vane Air Temperature (VAT) sensor, and Throttle Body Temperature (TBT) sensor, etc.

A thermistor can be tested by checking resistance change or voltage change. A quick and easy way to monitor change is with the bargraph on the meter.



Meter setup to check resistance change of thermistors:

- Set the rotary switch to resistance (Ω) setting.
- If “ Ω ” is present on the display, press the “DWL” button until “ Ω ” disappears.
- Insert the black lead in the “COM” jack.
- Insert the red lead in the “TEMP RPN” jack.

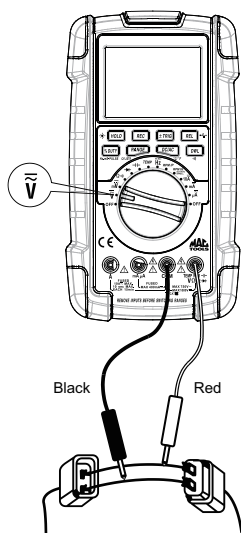
Disconnect the sensor connector.

Connect:

- Black test probe to the negative (-) terminal of the sensor.
- Red test probe to the positive (+) terminal of the sensor.

Resistance reading should match the temperature of the sensor.

NOTE: Refer to the manufacturer’s specifications for resistance vs temperature for the sensor. Temperature can be checked using the previous procedure.



Meter setup to measure voltage change of a thermistor:

- Set the rotary switch to voltage (\bar{V}) setting.
- Press the “DC/AC” button until “DC” appears on the display.
- Insert the black lead in the “COM” jack.
- Insert the red lead in the “ \bar{V} ΩHz” jack.
- Press the “REC” button (selects the MAX.MIN.AVG function).

Disconnect the sensor connector. Connect jumper wires between the connector and the sensor.

Connect:

- Black test probe to the negative (-) circuit from the sensor.
- Red test probe to the circuit coming from the power source.

Start the engine. The voltage should change as the temperature changes.

Refer to the manufacturer’s specifications. If the voltage change is not within specifications, check for sources of excessive resistance before replacing thermistor: poor connectors, connections, or breaks in the wiring.

NOTE: Temperature can be checked using the meter’s temperature measurement function.

Three-Wire Device (Potentiometer) Tests

A potentiometer is a variable resistor. The signal generated is used by the vehicle computer to determine the position and direction of movement of a device within the component. Typical potentiometer applications are: Throttle Position Sensor (TPS), Exhaust Gas Recirculation Valve Position Sensor (EGR), and Vane Air Flow Meter (VAF), etc.

An analog Throttle Position Sensor (TPS) is found on many vehicles. The TPS informs the vehicle computer of the following:

- Throttle opening
- Whether and how fast the throttle is opening
- Whether and how fast the throttle is closing
- When the throttle is wide open
- When the throttle is at idle

One of its most important functions is to tell the computer that the throttle is opening. It replaces the accelerator pump found on carbureted engines, stopping the engine from stumbling when the throttle is opened quickly. When that happens, manifold absolute pressure (MAP) quickly rises (vacuum drops), causing vaporized gasoline to condense on the manifold walls. Since there is less fuel available to the cylinders, more fuel must be added to the air stream.

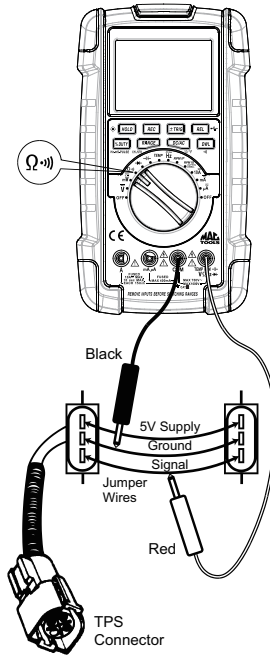
Another important function is to tell the computer that the throttle is closing. To maintain acceptable emissions, the computer must lean out the mixture when MAP drops (vacuum rises).

For best fuel economy, the computer completely shuts off fuel in some engines when vacuum is high and the throttle is at idle. Therefore, the computer must know when the throttle is at idle.

Throttle position information is a variable resistance from a potentiometer attached to the throttle shaft. Wide-open-throttle and throttle-closed signals come from switches attached to the TPS.

The TPS is really just a potentiometer or variable resistor. As you sweep the throttle, the resistance changes. As its resistance changes, so does the voltage signal returning to the computer. The TPS can be tested either by watching the voltage change or by watching the resistance change, using the bargraph on the meter.

Potentiometer Resistance Change Test



Meter setup to check resistance change:

- Set the rotary switch to resistance (Ω) setting.
- If “ Ω ” is present on the display, press the “DWL” button until “ Ω ” disappears.
- Insert the black lead in the “COM” jack.
- Insert the red lead in the “V^{TEMP RPM}ΩHz” jack.
- Press the “REC” button (selects the MAX.MIN.AVG function).

Disconnect the sensor connector and connect jumper wires between the connector and the sensor.

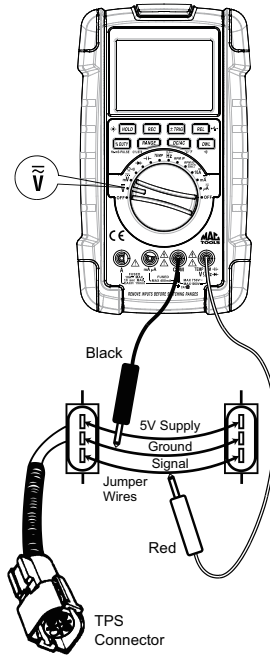
Connect:

- Black test probe to the ground circuit.
- Red test probe to the signal line (refer to the manufacturer’s schematic)

Rotate the TPS by moving the throttle and watch the bargraph move as the TPS turns. The resistance reading should change as the signal arm on the TPS is moved (signal sweep).

As you rotate the TPS to change resistance, the bargraph moves smoothly if the TPS is good and moves erratically if it is bad.

NOTE: Do not insert the test probe tips into the TPS as they may damage the smaller type plug on the TPS connector.



Meter setup to check voltage change:

- Set the rotary switch to voltage (\bar{V}) setting.
- Press the “**DC/AC**” button until “**DC**” appears on the display.
- Insert the black lead in the “**COM**” jack.
- Insert the red lead in the “**V^{TEMP SPIN} ← → V^{ΩHz}**” jack.
- Press the “**REC**” button (selects the MAX.MIN.AVG function).

Disconnect the sensor connector and connect jumper wires between the connector and the sensor.

Connect:

- Black test probe to the ground circuit.
- Red test probe to the signal line.

Turn the ignition key on; do not start the engine.

Rotate the TPS by moving the throttle and watch the bargraph move. The voltage drop should change as the position of the signal arm on the TPS moves (signal sweep).

The bargraph should increase smoothly without jumping if the TPS is good.

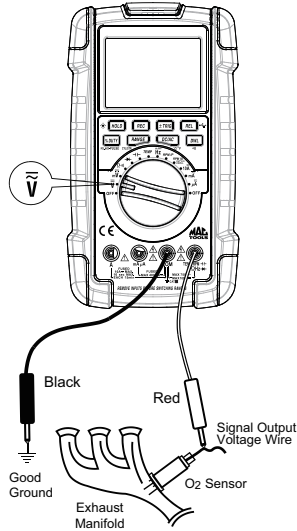
Refer to the manufacturer’s specifications. If the voltage change is not within the specifications, check for sources of excess resistance before replacing potentiometer: poor connectors, connections, or breaks in the wiring.

NOTE: Do not insert the test probe tips into the TPS as they may damage the smaller type plug on the TPS connector.

Oxygen (O₂) Sensor Test

The Oxygen (Lambda) Sensor samples the amount of oxygen (O₂) in the exhaust stream. The O₂ sensor produces an output voltage that is a direct ratio to the oxygen level in the exhaust stream. The vehicle computer uses this signal to change the air/fuel mixture ratio.

This test checks the signal output voltage levels of the O₂ sensor.



Meter setup to measure signal output voltage of the oxygen sensor:

- Set the rotary switch to voltage (V) setting.
- Press the “**DC/AC**” button until “**DC**” appears on the display.
- Insert the black lead in the “**COM**” jack.
- Insert the red lead in the “**V Ω Hz**” jack.
- Press the “**REC**” button (selects the MAX.MIN.AVG function).

Connect:

- Black test probe to a good quality ground.
- Red test probe to the signal output voltage wire.

NOTE: Be careful not to burn yourself on the hot exhaust manifold.

Run the engine at a fast idle (2,000 RPMs) for a few minutes. The O₂ voltage readings should sweep between 100mV (lean) and 900mV (rich).

Once the O₂ sensor reaches operating temperature, the DC voltage reading should begin to sweep. Under varying operating conditions, the O₂ voltage will rise and fall, but usually averages around 0.45V dc.

Pressure Sensor Tests

Recommended electrical test procedures for pressure sensors such as Manifold Absolute Pressure (MAP) and Barometric Pressure (BP) vary greatly depending upon type and manufacturer. Refer to the vehicle manufacturer's service manual for the schematics, specifications, and test procedures.

Analog Type Pressure Sensor. Analog sensor can be tested using the voltage tests described for 3-wire potentiometer. Use a vacuum pump to vary the pressure on the sensor in place of sweeping the sensor.

Digital Type Pressure Sensor. A digital sensor can be tested by using the frequency (Hz) function of the meter with the same series of tests suggested for 3-wire potentiometer voltage tests. Use a vacuum pump to vary the pressure on the sensor in place of sweeping the sensor.

In all cases, refer to the vehicle manufacturer's service manual for the correct testing procedures.

NOTE: Resistance tests are impossible for pressure sensors because all pressure sensors have voltage or frequency output.

Output Device (Actuator) Tests

The electrical tests for output devices varies depending upon type and manufacturer. Consult the vehicle manufacturer's service manual for the schematics, specifications, and test procedures.

Primary output devices generate a form of electromagnetic ON/OFF signal, which will generally be one of the following three signals:

- On or Off only (e.g., switches)
To check an on/off device such as a switch, perform continuity tests with the switch in the on and off position.
- Pulse width (e.g., fuel injectors)
Pulse width is the length of time an output device (actuator) is energized. To check fuel injectors, measure the On time using the pulse width measurement function.
- Duty cycle (e.g., mixture control solenoid)
Duty cycle (or duty factor) is the percentage of time a signal is above or below a trigger level during one cycle. The amount of On time is measured as a percentage of the total On/Off cycle. To check a mixture control solenoid, measure the percent of high (+) or low (-) time in a duty cycle. In most cases of automotive electronics, the low (-) time is the On time.

9. SUMMARY OF AUTOMOTIVE ELECTRICAL SYSTEM TESTS

Electrical System Tests

Automotive Systems and Components	Measurement Type				
	Voltage Presence and Level	Voltage Drop	Current (Amps)	Resistance (Ohms)	Frequency (Hz)
Charging System					
Alternators	•		•		•
Connectors	•	•		•	
Diodes		•		•	
Regulators	•				•
Cooling System					
Connectors	•	•		•	
Fan Motors	•		•	•	
Relays	•	•		•	
Temperature Switches	•	•		•	
Ignition System					
Coils	•			•	
Condensers	•			•	
Connectors	•	•		•	
Contact Set (points)	•			•	
MAF Sensors	•			•	
Magnetic Pickup	•		•	•	
MAP/BP Sensors	•			•	
O ₂ Sensors	•			•	
Starting System					
Batteries	•	•			
Connectors		•	•		
Interlocks			•		
Solenoids	•	•		•	
Starters	•	•	•		

Application Guide

Amps DC*	Analog Pointer	Continuity	↕	% Duty	HZ	Temperature	Milliamps	Millivolts	REC	Ohms	ms-Pulse	RPM	HOLD	Volts AC	Volts DC	REL	DWELL	↕
----------	----------------	------------	---	--------	----	-------------	-----------	------------	-----	------	----------	-----	------	----------	----------	-----	-------	---

IGNITION/ENGINE

Coils						•				•					•			
Computer Temp Sensors						•			•	•					•	•		
Condensers (Capacitors)		•				•				•					•			•
Connectors			•			•		•	•	•			•		•			
Contacts Set		•	•		•	•		•		•					•			
Distributor Cap										•								•
Engine Speed												•						
Feedback Carburetors				•	•					•				•	•		•	
Fuel Injectors (Electronic)		•		•	•					•	•				•		•	
Hall-Type Sensors		•			•	•		•		•		•		•	•			
Idle Air Motors		•		•	•	•	•		•	•	•						•	
Ignition Modules		•						•		•					•			
MAF Sensor					•				•					•				
Magnetic Pickups		•	•		•			•		•		•		•	•			
MAP & BP Sensors		•			•				•						•			
O2 Sensors		•			•			•	•									
Throttle Position Sensors		•							•	•					•	•		



STARTING SYSTEM

Battery	•					•			•						•			
Connectors						•		•		•			•		•	•		
Interlocks (neutral safety switch)			•						•	•					•			
Solenoids			•			•	•	•	•	•					•			
Starters	•					•		•	•			•			•	•		

COOLING SYSTEM

Connectors			•					•	•	•			•		•			
Fan Motor			•			•				•					•			
Radiator						•			•	•								
Relays			•					•	•	•					•			
Temperature Sensors						•			•	•								
Temperature Switches						•				•		•	•	•	•			

Application Guide

	Amps DC*	Analog Pointer	Continuity		% Duty	HZ	Temperature	Milliamps	Millivolts	REC	Ohms	ms-Pulse	RPM	HOLD	Volts AC	Volts DC	REL	DWELL	
CHARGING SYSTEM																			
Alternators	•			•			•			•	•				•	•			
Computerized Regulators	•					•				•		•				•		•	
Connectors			•						•	•	•			•					
Diodes, (AC Ripple)										•	•				•				
Diode Rectifier			•	•													•		
Regulators	•	•									•	•				•			
BODY ELECTRIC																			
Compressor Clutch			•						•		•			•		•			
Lighting Circuits			•								•					•			
Relay and Motor Diodes			•																
Transmissions			•							•	•								

* Used with a DC current probe

10. SPECIFICATIONS

Accuracy is specified for a period of one year after calibration and at 18°C to 28°C, with relative humidity $\leq 80\%$.

Except where specified specially, True-RMS responding accuracy is specified from 10 % to 100% of range; Crest Factor: $< 3 : 1$

Accuracy specifications take the form of:

$\pm([\% \text{ of Reading}] + [\text{number of Least Significant Digits}])$

DC Voltage

Range	Resolution	Accuracy
400mV	0.1mV	$\pm (0.3\% + 2)$
4V	0.001V	
40V	0.01V	
400V	0.1V	
1,000V	1V	$\pm (0.75\% + 3)$

Input Impedance: About 10M Ω

AC Voltage

Range	Resolution	Accuracy	
		50Hz - 60Hz	45Hz - 1kHz
4V	0.001V	$\pm (0.75\% + 3)$	$\pm (2.5\% + 5)$
40V	0.01V		
400V	0.1V		
750V	1V	$\pm (0.75\% + 5)$	

Input Impedance: About 10M Ω

Display: True-RMS

DC Current

Range	Resolution	Accuracy
400 μ A	0.1 μ A	$\pm (0.5\% + 1)$
4,000 μ A	1 μ A	
40mA	0.01mA	$\pm (0.8\% + 3)$
400mA	0.1mA	
4A	0.001A	$\pm (1.5\% + 5)$
10A	0.01A	

AC Current

Range	Resolution	Accuracy
400 μ A	0.1 μ A	$\pm (0.8\% + 1)$
4,000 μ A	1 μ A	
40mA	0.01mA	$\pm (1.2\% + 5)$
400mA	0.1mA	
4A	0.001A	$\pm (2.0\% + 5)$
10A	0.01A	

Display: True rms

Frequency Range: 45Hz - 1kHz

Resistance

Range	Resolution	Accuracy
400 Ω	0.1 Ω	$\pm (0.5\% + 10)$
4k Ω	0.001k Ω	
40k Ω	0.01k Ω	$\pm (0.5\% + 3)$
400k Ω	0.1k Ω	
4M Ω	0.001M Ω	$\pm (1.5\% + 10)$
40M Ω	0.01M Ω	

Open Circuit Voltage: < 3V dc

Diode Test

Range	Description	Remark
2.000V	The approximate forward voltage drop of the diode is shown on the display.	Open Circuit Voltage: about 3V dc Test Current: about 0.24mA

Continuity Test

Description	Remark
The buzzer will sound when the resistance is less than about 40Ω. The buzzer will not sound when the resistance is more than 150Ω. The buzzer may or may not sound when the resistance is between 40Ω and 150Ω.	Open Circuit Voltage: about 3V dc

Capacitance

Range	Resolution	Accuracy
1μF	0.001μF	± (2.0% + 5)
10μF	0.01μF	
100μF	0.1μF	± (3.0% + 5)
1,000μF	1μF	± (5.0% + 5)

Note: Accuracy is for capacitors that have negligible dielectric absorption.

Temperature

Range	Resolution	Accuracy
-40°C to 0°C	0.1°C	± (4.0°C + 3 digits)
0°C to 400°C	0.1°C	± (2% + 3°C)
400°C to 1,370°C	1°C	± 3.0% of reading
-40°F to 0°F	0.1°F	± (7.2°F + 3 digits)
0°F to 400°F	0.1°F	± (2% + 5.4°F)
400°F to 2,498°F	1°F	± 3.0% of reading

Use K type thermocouple.

Note:

1. Accuracy does not include error of the thermocouple probe.
2. Accuracy specification assumes ambient temperature is stable to ±1°C. For ambient temperature changes of ±5°C, rated accuracy applies after 1 hour.

Frequency (Hi-Sen Hz)

Range	Resolution	Accuracy
200Hz	0.01Hz	± (0.05% + 2)
2,000Hz	0.1Hz	
20kHz	0.001kHz	
200kHz	0.01kHz	

Minimum Frequency: 0.5Hz

Sensitivity: 250mV

RPM IP

Range	Resolution	Accuracy
30 - 9,000RPM	1RPM	± (0.5% + 2)

7 selectable trigger levels and ± trigger slopes

RPM IG

Range	Resolution	Accuracy
60 - 12,000RPM	1RPM	± (0.5% + 2)

7 selectable trigger levels and ± trigger slopes

9 Selectable Cylinder Numbers: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12

Duty Cycle

Range	Resolution	Accuracy
0.0% - 99.9%	0.1%	± (0.2%/kHz + 1)

Pulse Width: > 2μs

7 selectable trigger levels and ± trigger slopes

Dwell Angle

Range*1	Resolution	Accuracy
0.0° - 356.4°	0.1°	$\pm (1.2^\circ/\text{krpm} + 2)$

Pulse Width: $> 2\mu\text{s}$

7 selectable trigger levels and \pm trigger slopes

9 Selectable Cylinder Numbers: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12

*1 Measurement range can vary with engine RPM and trigger slope.

Pulse Width

Range	Accuracy
0.1ms - 1999.9ms	$\pm (0.5\% + 1)$

Pulse Width: $> 2\mu\text{s}$

7 selectable trigger levels and \pm trigger slopes

Frequency (Automotive Hz)

Range	Resolution	Accuracy
200Hz	0.01Hz	$\pm (0.5\% + 2)$
2,000Hz	0.1Hz	

Minimum Frequency: 0.5Hz

7 selectable trigger levels and \pm trigger slopes

11. GENERAL SPECIFICATIONS

Display (LCD):

Digital: Counts – 4,000 (frequency range: 20,000)
Updates – 1 time/sec in RPM, FREQ, Duty Cycle, Dwell, and Pulse Width;
3 times/sec in all other functions

Analog: 2×41 segments
Updates – 20 times/sec

Fuse Protection:

mA or μ A: 1,000V/500mA FAST fuse, Min. Interrupt Rating 10,000A

A: 1,000V/10A FAST fuse, Min. Interrupt Rating 10,000A

IP Degree: IP20

Storage Temperature: -20°C to 60°C (-4°F to 140°F)

Operating temperature: 0°C to 45°C (32°F to 113°F)

Relative Humidity: 0% to 80% (0°C to 35°C; 32°F to 95°F)
0% to 70% (35°C to 45°C; 95°F to 113°F)

Temperature Coefficient: 0.15 × (specified accuracy)/°C (< 18°C or > 28°C; < 64°F
or > 82°F)

Battery: 9V battery, 6F22 or equivalent, 1 piece

Size: 209 × 117.5 × 70 mm

Weight: About 637g (including battery)

12. MAINTENANCE

General Maintenance

Periodically wipe the case with a damp cloth and a little mild detergent. Do not use abrasives or solvents.

Use the following procedure to clean the terminals:

1. Set the rotary switch to **OFF** position and remove all test leads from the meter.
2. Shake out any dirt which may exist in the terminals.
3. Soak a new swab with alcohol.
4. Work the swab around in each terminal.


If you will not use the meter in a period of more than 60 days, remove the battery and store it separately.

Replacing Battery and Fuse



TO AVOID ELECTRICAL SHOCK OR PERSONAL INJURY, REMOVE THE TEST LEADS AND ANY INPUT SIGNAL BEFORE REPLACING BATTERY OR FUSE.

TO PREVENT DAMAGE OR INJURY, INSTALL ONLY FUSES WITH THE RATINGS SPECIFIED.

TO AVOID FALSE READINGS, WHICH COULD LEAD TO POSSIBLE ELECTRIC SHOCK OR PERSONAL INJURY, REPLACE THE BATTERY AS SOON AS THE LOW BATTERY INDICATOR () APPEARS.

To replace the battery:

1. Set the rotary switch to the “**OFF**” position and remove all test leads from the meter.
2. Remove the screw on the battery cover and remove the battery cover.
3. Replace the old battery with a new one of the same type.
4. Reinstall the battery cover and the screw.

To replace the fuse:


1. Set the rotary switch to the “**OFF**” position and remove all test leads from the meter.
2. Remove the screw on the battery cover and remove the battery cover.
3. Remove the screws on the back cover and move the back cover aside gently.
4. Replace the blown fuse with a new one of the same ratings.
5. Reinstall the back cover and its screws. Then reinstall the battery cover and its screw.

This meter uses two fuses:

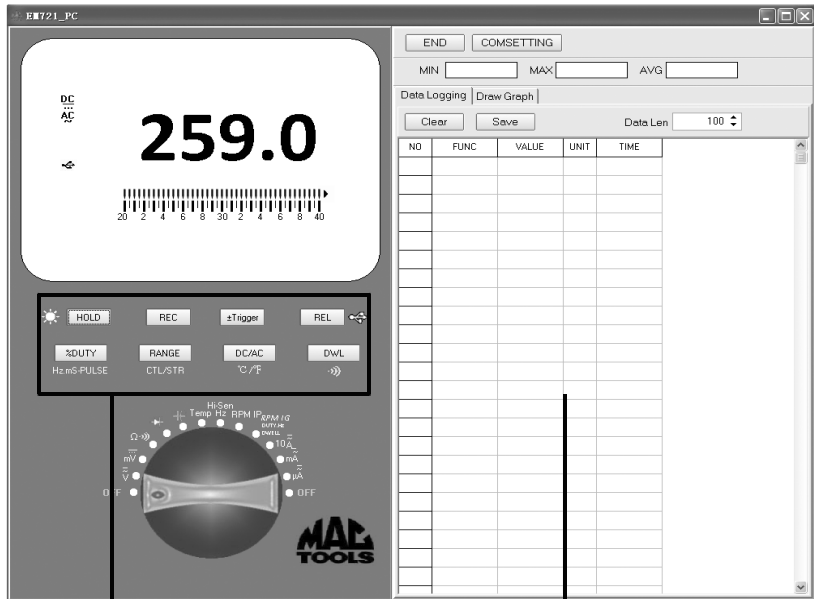
F1: 1,000V/500mA FAST fuse, Ø6.35X32mm, Min. Interrupt Rating 10,000A

F2: 1,000V/10A FAST fuse, Ø10X38mm, Min. Interrupt Rating 10,000A

13. METER-PC COMMUNICATION SOFTWARE INSTRUCTION

Place the supplied CD on the tray of the CD-ROM drive of your PC and close it. Locate the “EM721.exe” file in the “EM721-PC” folder on the CD, and double-click this file to run this communication software. Connect the supplied USB data line to the USB port on the top of the meter, and connect the other end of this USB data line to a USB port on your PC. Turn on the meter. Then press and hold down the “REL” button on the meter for about 1 second to turn on the USB communication function; “” will appear on the meter screen as an indication. (NOTE: After you finish using the USB communication function, turn off this function to save battery power by pressing and holding down this “REL” button for about 1 second.)

Run the communication software, the following EM721-PC interface will appear:



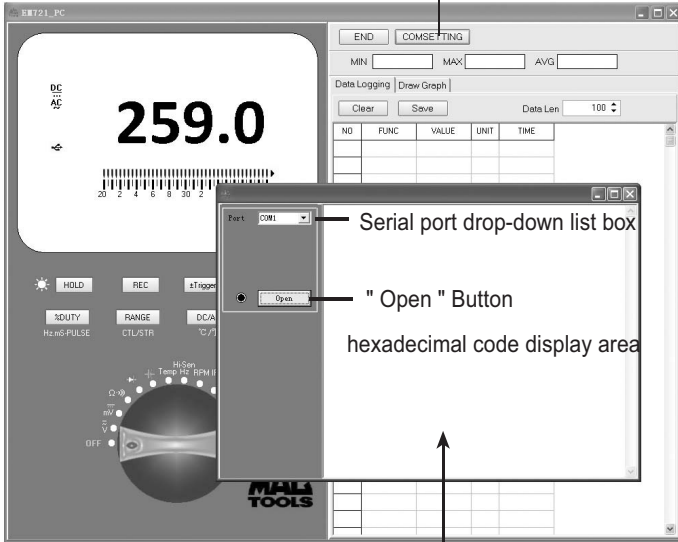
NO	FUNC	VALUE	UNIT	TIME

Buttons

Readings transferred from the meter will appear here.

Click the “COMSETTING” button, the Serial-Port Debug Assistant interface will appear.

“COMSETTING” button



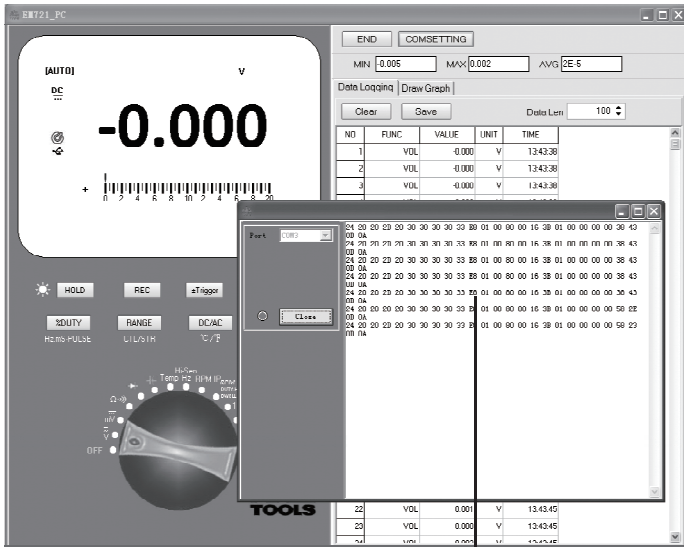
Serial port drop-down list box

" Open " Button

hexadecimal code display area

Serial-Port Debug Assistant interface

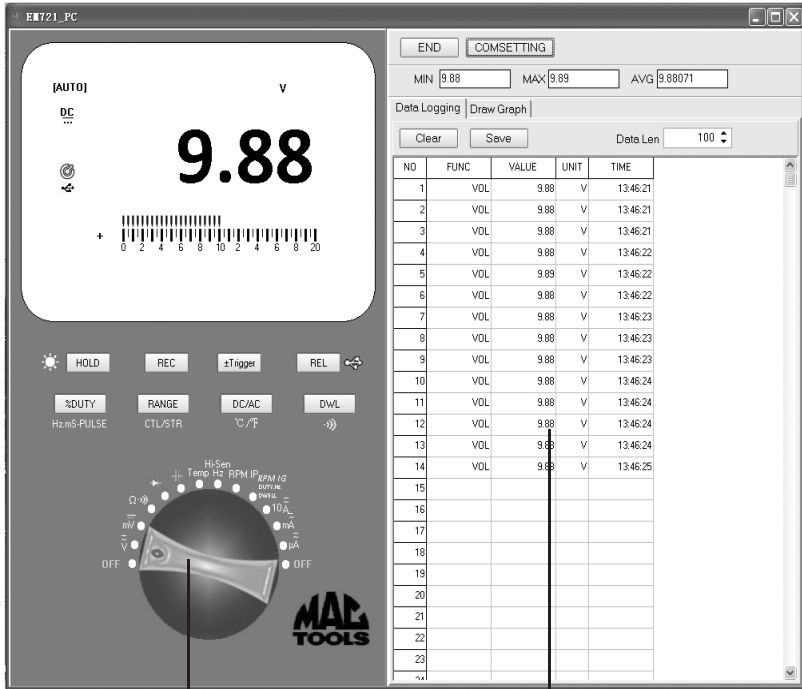
On the serial port drop-down list box on the Serial-Port Debug Assistant interface, select the PC serial port which is being used by the meter. Then click the “Open” button on this interface, the “Open” button will change into “Close” button.



Hexadecimal Codes

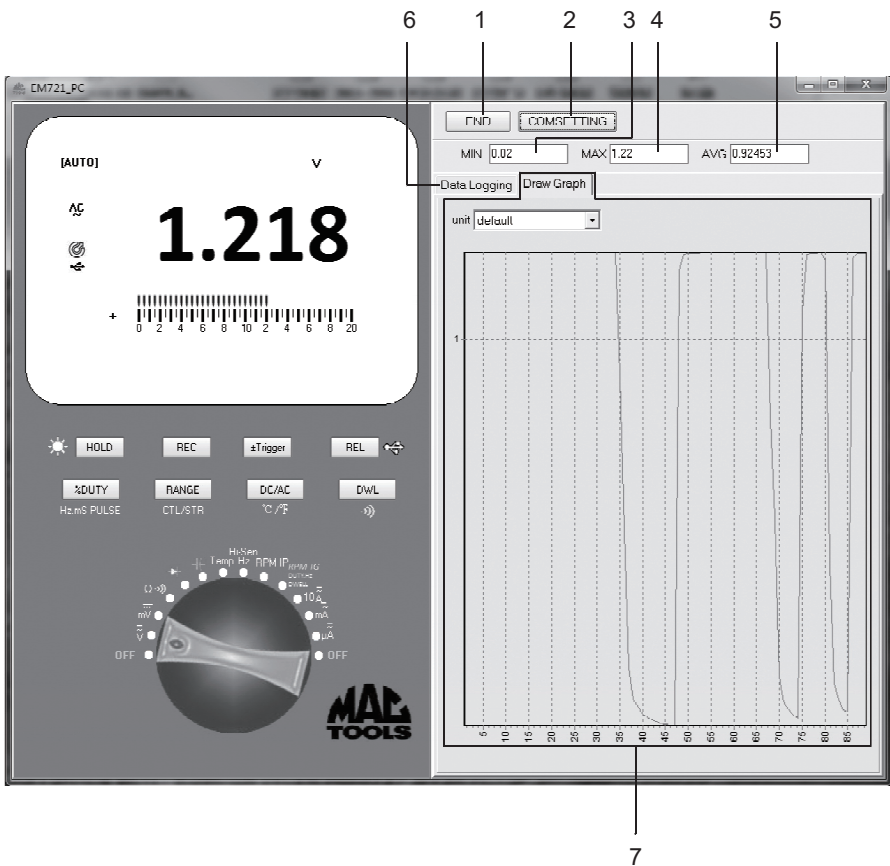
When a series of hexadecimal codes appear on the blank area of the Serial-Port Debug Assistant interface, the display area on the upper left area of the M721-PC interface will show readings of the meter in almost a realtime mode. Close the Serial-Port Debug Assistant interface by clicking the “X” button at the top right corner of the Serial-Port Debug Assistant interface. Now the meter has been successfully connected to the PC. (Clicking the “Close” button on the Serial-Port Debug Assistant interface will stop the data transfer from the meter to the PC.)

The eight buttons on the left half of the EM721-PC interface correspond to the buttons on the meter, but the “REL” button on the interface can not be used to turn on or off the USB communication function of the meter. To turn on or off the USB communication function of the meter, press and hold down the “REL” button on the meter for 1 sec. In addition, the rotary switch on the left half of the interface is not functional and can not be used.



This rotary switch is not functional.

Readings transferred from the meter appear in the table here.



Explanations:

1. **END/START Button** - - - Used to stop/start transferring data.
2. **COMSETTING Button** - - - Used to display the Serial-Port Debug Assistant interface
3. **“MIN” Box** - - - Automatically shows the minimum reading of all readings being listed in the table on the “Data Logging” tab.
4. **“MAX” Box** - - - Automatically shows the maximum reading of all readings being listed in the table on the “Data Logging” tab.
5. **“AVG” Box** - - - Automatically shows the average reading of all readings being listed in the table on the “Data Logging” tab.
6. **“Data Logging” Tab** - - - Used to display transferred data in table.
“Clear” Button - - - Used to clear all the data being listed in the table on the “Data Logging” tab.
“Save” Button - - - Used to save the data being listed in the table on the “Data Logging” tab as a file.
“Data Len” Spin Edit Box - - - Used to set the max. number of records that can be displayed in the table on the “Data Logging” tab.
7. **“Draw Graph” Tab** - - - Used to show the plot of the readings being listed in the table on the “Data Logging” tab.
“unit” Drop-down List Box - - - Used to select a desired unit for the Y-axis.

NOTE

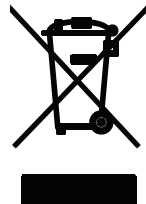
1. This manual is subject to change without notice.
2. Our company will not take the other responsibilities for any loss.
3. The contents of this manual can not be used as the reason to use the meter for any special application.

DISPOSAL OF THIS ARTICLE

Dear Customer,

If you at some point intend to dispose of this article, then please keep in mind that many of its components consist of valuable materials, which can be recycled.

Please do not discharge it in the garbage bin, but check with your local council for recycling facilities in your area.





CUSTOMER SERVICE

We at Mac Tools are committed to our customers, please reference the following phone number for a direct contact to one of our customer technicians. They will be more than happy to help with any service or warranty questions you may have about your digital multimeter.

**Mac Tools
505 North Cleveland Avenue
Suite 200
Westerville, Ohio 43082
800.MACTOOLS
MACTOOLS.COM**



EM721



⚠ ADVERTENCIA

Para reducir el riesgo de lesiones, lea y comprenda estas advertencias e instrucciones de seguridad antes de usar la herramienta. Conserve estas instrucciones junto con la herramienta para consulta en el futuro. Si tiene alguna pregunta, póngase en contacto con su representante o distribuidor de **MAC TOOLS**.

ÍNDICE

1.	Información de seguridad.....	86
2.	Introducción	89
3.	Panel frontal	90
4.	Comprensión de la pantalla	96
5.	Pruebas eléctricas y mediciones básicas	99
6.	Mediciones automotrices básicas	108
7.	Pruebas básicas de diagnóstico automotor	115
8.	Pruebas básicas de componentes automotores	140
9.	Resumen de las pruebas del sistema eléctrico automotor	149
10.	Especificaciones.....	152
11.	Especificaciones generales	157
12.	Mantenimiento.....	158
13.	Instrucciones del software de comunicación entre medidor y PC	159

GARANTÍA

Se garantiza que este instrumento está libre de defectos en materiales y mano de obra durante un período de un año. Nuestra obligación ante el comprador original se limitará a la reparación o el reemplazo, a nuestro costo (sin incluir los gastos de envío), de una herramienta defectuosa, si dicho comprador original la devuelve en el plazo de un año desde la fecha de compra, con todos los gastos de envío prepagados. ESTA GARANTÍA NO CUBRE LOS DEFECTOS O LOS DAÑOS A LA HERRAMIENTA (i) después de que termina el período de garantía; (ii) que resulten del uso indebido o fuera de lo común; (iii) que resulten de un mantenimiento o un uso inadecuado de la herramienta; o (iv) que resulten de cualquier reparación o servicio de mantenimiento realizados por terceros que no sean Mac Tools. Esta garantía no cubre los elementos expansibles como baterías y/o fusibles.

LIMITACIÓN DE LA RESPONSABILIDAD

Este manual explica cómo utilizar el medidor para realizar pruebas de diagnóstico y encontrar posibles lugares de problemas electrónicos de automóviles. No le indica cómo corregir el problema. Una vez que haya localizado un problema, consulte el manual de servicio de su automóvil u otros manuales que suministren información específica necesaria para la reparación.

Toda la información, ilustraciones, especificaciones contenidas en este manual se basan en la información más reciente disponible al momento de publicación. Se reserva el derecho de realizar cambios en cualquier momento sin previo aviso.

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL MEDIDOR

Límites de mediciones:


Tensión de CC	0.1 mV a 1000 V
Tensión de CA	0.001 V a 750 V
RPM IP	30 a 9000 RPM
RPM IG	60 a 12000 RPM
CC (Amperios)	0.1 μ A a 10 A
CA (Amperios)	0.1 μ A a 10 A
Resistencia (Ohmios)	0.1 a 40 M Ω
Frecuencia (Hz)	0.5 Hz a 200 kHz
% de ciclo de trabajo	0 a 99.9 %
Permanencia (Grados)	0° a 356.4°
Ancho de pulso (Milisegundos)	0.1 ms a 1999.9 ms
Temperatura (Celsius/Fahrenheit)	- 40 °C a +1370 °C (- 40 °F a +2498 °F)
Capacitancia (Microfaradios)	0.001 μ F a 999 μ F
Comprobación de continuidad	Alarma sonora a aprox. < 40 Ω en el rango de 400 Ω

1. INFORMACIÓN DE SEGURIDAD

Este medidor se ha diseñado de acuerdo con la norma IEC 61010 en relación con instrumentos de medición electrónicos con una categoría de medición (CAT III 1000V) y grado de contaminación 2.

ADVERTENCIA

SIGA ESTOS LINEAMIENTOS PARA EVITAR POSIBLES LESIONES O DESCARGAS ELÉCTRICAS:

- No use el medidor si está dañado. Antes de usar el medidor, revise la carcasa. Preste especial atención al aislamiento que rodea los conectores.
 - Revise los cables de prueba para verificar que no haya daños en el aislamiento ni metal expuesto. Compruebe los cables de prueba para determinar su continuidad. Reemplace los cables de prueba dañados antes de usar el medidor.
 - No use el medidor si no funciona con normalidad. La protección puede estar dañada. En caso de duda, repare el medidor.
 - No haga funcionar el medidor si hay gas, vapor o polvo explosivos (o inflamables).
 - No supere la tensión nominal, según lo indicado en el medidor, entre los terminales o entre cualquiera de ellos y la conexión a tierra.
 - Antes de su uso, verifique el funcionamiento del medidor mediante la medición de una tensión conocida.
 - Cuando realice la reparación del medidor, utilice solamente piezas de repuesto especificadas.
 - Tome precauciones al trabajar con tensiones superiores a 30 V CA RMS, máximo de 42 V o 60 V CC.
 - Estas tensiones representan un peligro de descarga eléctrica.
 - Cuando se utilizan las sondas, mantenga los dedos detrás de los protectores correspondientes en dichas sondas.
 - Al realizar las conexiones, conecte el cable de prueba común antes de conectar el cable de prueba vivo.
 - Cuando desconecte los cables de prueba, desconecte primero el cable de prueba vivo.
 - Quite los cables de prueba del medidor antes de abrir la cubierta de la batería o la carcasa.
 - No haga funcionar el medidor con la cubierta de la batería o partes de la carcasa extraídas o flojas.
 - Para evitar falsas lecturas, que podrían producir descargas eléctricas o lesiones personales, reemplace la batería en cuanto aparezca el indicador de batería baja (.
 - No use el medidor de un modo que no esté especificado en este manual. De lo contrario, las funciones de seguridad provistas por el medidor pueden verse afectadas.
 - Cuando mida corriente utilizando los cables de prueba, desconecte la alimentación al circuito antes de conectar el medidor al circuito. Recuerde colocar el medidor en serie con el circuito.
 - Para evitar descargas eléctricas, no toque ningún conductor sin aislamiento con la mano o la piel, y no se ponga a tierra usted mismo mientras esté utilizando el medidor.
 - Cumpla con los códigos de seguridad locales y nacionales. Debe usarse equipo de protección individual para evitar descargas eléctricas y lesiones por ráfaga de arco en los casos en que los conductores vivos estén expuestos.
 - Siga los requisitos correspondientes y el procedimiento de seguridad especificado en el Manual del usuario y en el Manual de servicio provisto por el fabricante del vehículo bajo prueba.
 - El gas de escape contiene monóxido de carbono que es inodoro, genera tiempos de reacción más lentos y puede provocar lesiones graves. Cuando realice la prueba del vehículo con el motor en funcionamiento, dicha prueba siempre debe realizarse en un área bien ventilada o con el venteo del gas de escape hacia el exterior del edificio.
 - Aplique el freno de estacionamiento y trabe las ruedas antes de probar o reparar el vehículo, a menos que se indique lo contrario. Es especialmente importante bloquear las ruedas de los vehículos con tracción delantera: el freno de estacionamiento no sujeta las ruedas motrices. El sistema de combustible o de encendido debe estar desactivado para realizar pruebas del sistema de arranque.
 - Use siempre gafas de seguridad cuando trabaje cerca de baterías.
 - No fume ni permita la presencia de llamas abiertas o chispas en el área de trabajo. Los humos de la gasolina y los gases producidos por la batería son muy explosivos.
- Mantenga cigarrillos, chispas y llamas abiertas alejados de las baterías en todo momento.

- Para evitar lesiones personales, no toque ningún objeto en movimiento o caliente. Mantenga alejado el cuerpo y la ropa de piezas del motor en movimiento o calientes en todo momento.
- Especialmente en aplicaciones marinas con motores internos o internos/fuera de borda, asegúrese de que el área de trabajo esté bien ventilada. Haga funcionar el achique por lo menos cuatro minutos antes de arrancar el motor o hacer conexiones de los cables de prueba.
- Siempre evite trabajar solo.
- No use el medidor si este o su mano están húmedos.
- Peligro restante: Cuando un terminal de entrada se conecta a un potencial vivo peligroso, se debe tener en cuenta que este potencial puede tener lugar en todos los demás terminales.
- **CAT III:** La categoría de medición III es para las mediciones realizadas en instalaciones edilicias. Ejemplos de esta categoría son mediciones en tableros de distribución, disyuntores, cableado, incluidos cables, barras de distribución, cajas de empalme, interruptores, enchufes-tomacorrientes en la instalación fija y equipos para uso industrial y algunos otros equipos, por ejemplo, motores estacionarios con conexión permanente a la instalación fija. No use el medidor para mediciones dentro de las categorías de medición IV.



PRECAUCIÓN

PARA EVITAR POSIBLES DAÑOS AL MEDIDOR O AL EQUIPO BAJO PRUEBA, SIGA ESTOS LINEAMIENTOS:

- Desconecte la alimentación del circuito y descargue todos los condensadores antes de probar la resistencia, los diodos, los condensadores, la temperatura y la continuidad.
- Utilice los terminales adecuados en cuanto a función y rango para sus mediciones.
- Antes de medir la corriente, compruebe los fusibles del medidor y desconecte la alimentación al circuito antes de conectar el medidor a dicho circuito.
- Antes de girar el interruptor giratorio para cambiar de función, desconecte los cables de prueba del circuito bajo prueba.

Símbolos



Corriente alterna



Corriente continua



Corriente continua y alterna



Precaución, riesgo de peligro, consulte el manual de operación antes de usar.



Precaución, riesgo de descarga eléctrica.



Terminal de puesta a tierra



Fusible



Cumple con las directivas de la Unión Europea



El equipo se encuentra completamente protegido con aislamiento doble o aislamiento reforzado.

2. INTRODUCCIÓN

El medidor es un multímetro automotor portátil y alimentado a batería. Es una herramienta de gran utilidad.

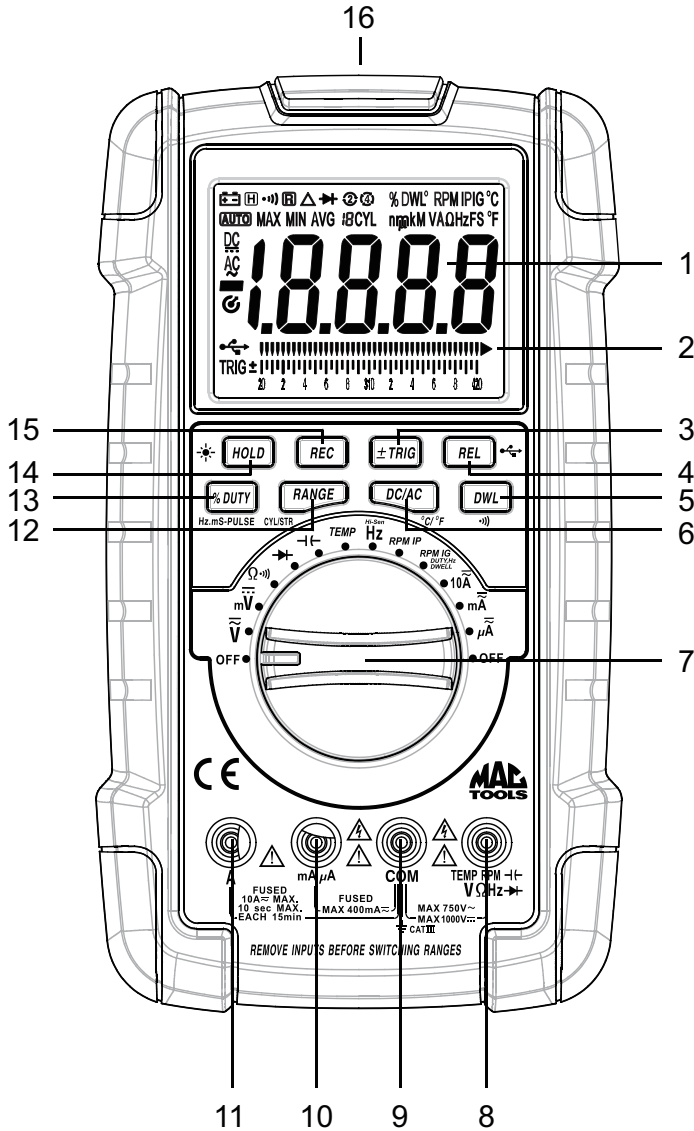
Este manual del usuario le indica cómo utilizar el medidor. También puede necesitar un manual que proporcione información técnica sobre el vehículo que planea probar. Los recursos de información más importantes son los manuales de servicio de reparación del vehículo que, por lo general, pueden comprarse a través de concesionarios automotores. También están disponibles a través de una serie de editores que se especializan en el suministro de manuales de información técnica a talleres de reparación independientes.

Este manual del usuario puede emplearse como guía para que comience con el procedimiento de resolución de problemas. Su aprendizaje real puede lograrse de mejor modo mediante la experiencia. A medida que se torne más hábil en el uso de este multímetro automotor para la resolución de problemas, muy pronto aprenderá a detectar cómo determinados síntomas eléctricos se relacionan con diversos problemas de capacidad de manejo.

Características del medidor

- Mediciones precisas de frecuencia y pulso con 20,000 recuentos en la pantalla de alta resolución de 4000 recuentos.
- El gráfico de barras analógico de alta velocidad de 41 segmentos se actualiza 20 veces/s, lo que ofrece una precisión casi perfecta en tiempo real.
- Prueba precisa de circuitos electrónicos automotores y mediciones avanzadas expresadas en voltios de CC/CA, amperios de CC/CA, resistencia, etc.
- Lectura directa de la permanencia sin usar la tabla de conversión del ciclo de trabajo a la permanencia al probar la inyección electrónica de combustible, los carburadores de retroalimentación y los sistemas de encendido
- Medición de RPM para motores de automóviles con 1 a 12 cilindros, usando los cables de prueba o el captador inductivo
- Función de ms-ancho de pulso para la prueba de inyectores de combustible en tipos de PFI (Inyector de combustible en puerto) y TBI (Inyector de cuerpo del acelerador)
- Para mediciones precisas de RPM, permanencia, ciclo de trabajo y ms-ancho de pulso de los inyectores, el medidor dispone de siete activaciones +/- de siete pasos regulables en 1 a 12 cilindros, de 2 o 4 tiempos para motores fuera de borda, motocicletas y motores convencionales
- Medición de temperatura de hasta 2,498 °F (1,370 °C) para catalizadores, interruptor de ventilador, etc.
- Medición de capacitancia y frecuencia no automotriz
- Pantalla con retroiluminación
- Comunicación mediante USB

3. PANEL FRONTAL



1. Pantalla digital

Las lecturas digitales se muestran en una pantalla de 4,000 recuentos con indicación de polaridad y la colocación automática del punto decimal. Cuando el medidor está activado, todos los segmentos y símbolos de la pantalla aparecen brevemente durante una prueba automática.

2. Gráfico de barras analógico








El gráfico de barras analógico ofrece una representación analógica de las lecturas y se actualiza 20 veces por segundo. El gráfico de barras de 2 x 41 segmentos se ilumina de izquierda a derecha a medida que aumenta la entrada. El gráfico de barras es más fácil de leer cuando los datos generan que la pantalla digital cambie rápidamente. También es útil para establecer tendencias o datos direccionales. Las barras también indican el nivel de activación.

3. Botón “±TRIG” (Activación ±)

Este botón “± TRIG” (Activación ±) puede utilizarse para alternar entre la pendiente de activación negativa (-) y positiva (+) y regular el nivel de activación.

Cuando el medidor está en la función de medición de RPM, ciclo de trabajo, ancho de pulso, frecuencia (Hz automotriz) o de permanencia, mantenga presionado el botón “± TRIG” (Activación ±) durante 1 segundo para alternar entre la pendiente de activación negativa (-) y positiva (+). La pendiente está indicada por el signo + o - al lado de “TRIG” (Activación ±) en la esquina inferior izquierda de la pantalla. El medidor elige por configuración predeterminada la pendiente de activación negativa (-). Una vez que la pendiente de activación esté seleccionada, presione el botón “± TRIG” (Activación ±) repetidamente para ajustar el nivel de activación si la lectura del medidor es demasiado alta o inestable.

El ajuste del nivel de activación tiene siete pasos. Presione el botón “± TRIG” (Activación ±) para moverse un paso a la vez para seleccionar un nivel de activación adecuado.

PASO DE ACTIVACIÓN	Nivel de tensión (RPM, ciclo de trabajo, ms, Hz [automotriz], permanencia)	Nivel de activación aproximado tal como lo indica el gráfico de barras
+4	+8.2 V	
+3	+6.8 V	
+2	+3.2 V	
+1	+1.4 V	
-1	-1.4 V	
-2	-3.2 V	
-3	-6.8 V	

4. Botón “REL” (Relativo)



Se utiliza para ingresar o salir del modo Relativo así como para activar o desactivar la función de comunicación mediante USB.

Presione este botón “REL” para ingresar en modo Relativo. El medidor almacena la lectura actual como referencia para las mediciones posteriores. Aparece “ Δ ” como un indicador del modo Relativo, y la pantalla indica cero.

En modo Relativo, cuando realice una nueva medición, la pantalla muestra la diferencia entre la referencia y la medición nueva.

Para salir del modo Relativo, simplemente presione el botón “REL” (Relativo) nuevamente. “ Δ ” desaparece.

- Nota:**
- El medidor ingresa en el modo de rango manual cuando entra en el modo Relativo.
 - Cuando se utiliza el modo Relativo, el valor real del objeto bajo prueba no debe exceder la lectura de rango completo del rango seleccionado. Use un rango de medición más alto, si es necesario.
 - El modo Relativo no está disponible en las funciones de prueba de diodos y de continuidad.

Mantenga presionado este botón “REL” (Relativo) durante 1 segundo para activar la función de comunicación mediante USB, aparecerá “” en la pantalla como una indicación. Para desactivar la función de comunicación mediante USB, mantenga presionado este botón “REL” (Relativo) durante 1 segundo nuevamente. “” desaparece.

5. Botón “DWL” (Permanencia)

Este botón “DWL” (Permanencia) se puede utilizar para seleccionar la función de medición de permanencia o alternar entre las funciones de prueba de resistencia y continuidad.

Cuando el medidor está en la función RPM IG, puede presionar el botón “DWL” (Permanencia) para seleccionar el modo de medición de permanencia; aparecerá “DWL” (Permanencia) en la pantalla como una indicación. La permanencia es el número de grados de rotación del distribuidor donde los puntos permanecen cerrados. La permanencia se puede medir para 1 a 12 cilindros. La conversión entre el ciclo de trabajo y la permanencia puede obtenerse mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de ciclo de trabajo} = \frac{\text{Permanencia (en grados)} \times \text{Cant. de cilindros} \times 100 \%}{360 \text{ grados}}$$
$$\text{Permanencia} = \frac{360 \text{ grados}}{\text{Cantidad de cilindros}} \times \frac{\% \text{ de ciclo de trabajo}}{100 \%}$$

Cuando el medidor está en la función de permanencia, puede presionar el botón “DWL” (Permanencia) nuevamente o el “% DUTY” (% de trabajo) para volver a la función en la cual estaba el medidor justo antes de ingresar en la función de permanencia.

Cuando el interruptor giratorio esté en la posición “ Ω ”, presione el botón “DWL” (Permanencia) para cambiar entre las funciones de prueba de resistencia y continuidad. Se puede utilizar una prueba de continuidad para verificar que existe un circuito cerrado. La función de continuidad detecta cortocircuitos y circuitos abiertos que duran tan solo 100 milisegundos. En el rango de 400 Ω , la resistencia de menos de 40 Ω genera que suene la alarma sonora incorporada. Esta puede ser una valiosa ayuda para la resolución de problemas cuando se buscan fallas intermitentes asociadas con conexiones, cables, relés, interruptores, etc.

6. Botón “DC/AC” (CC/CA)

Se usa para conmutar entre la función de CC y CA o entre °C y °F.

Cuando el interruptor giratorio se encuentra en la posición “ \bar{V} ”, “ $10\bar{A}$ ”, “ $m\bar{A}$ ” o “ $\mu\bar{A}$ ”, puede presionar este botón “**DC/AC**” (CC/CA) para cambiar entre la función de CA y CC; cuando la función CA está activada, aparecerá “**AC**” en la pantalla como una indicación; cuando está activada la función CC, aparecerá “**DC**” en la pantalla.

Presione el botón “**DC/AC**” (CC/CA) para cambiar entre °C y °F cuando el interruptor giratorio esté en la posición “**TEMP**” (Temperatura). Cuando se selecciona la medición de temperatura en grados Celsius, aparecerá “**°C**” en la pantalla como una indicación; y cuando se selecciona la medición de temperatura en grados Fahrenheit, aparecerá “**°F**” en la pantalla como una indicación.

7. Interruptor giratorio

Las siguientes funciones se seleccionan mediante la configuración del interruptor giratorio en una posición correspondiente:

Posición del interruptor	Función
\bar{V}	Voltios de CC/CA
$m\bar{V}$	Milivoltios de CC solamente
$\Omega \rightarrow$	Prueba de resistencia/continuidad (ohmios)
$\rightarrow +$	Prueba de diodos
$- -$	Capacitancia (Microfaradios)
TEMP	Temperatura (Fahrenheit y Celsius)
<small>Hz</small> Hz	Medición de frecuencia (frecuencia no automotriz) (Hercios)
RPM IP	Medición de RPM en motores de 2 o 4 tiempos con el captador inductivo en un cable de la bujía.
<small>RPM IG DUTY,Hz DWELL</small>	Medición de RPM en motores de 1 a 12 cilindros con los cables de prueba en el lado principal de la bobina de encendido y medición de ciclo de trabajo, ancho de pulso, Hz (automotriz) y permanencia.
$10\bar{A}$	Corriente (Amperios) CC/CA
$m\bar{A}$	Corriente (Miliamperios) CC/CA
$\mu\bar{A}$	Corriente (Microamperios) CC/CA
OFF	Apaga el medidor

8. Terminal TEMP RPM -| ->>> V Ω Hz →

Terminal de entrada para las mediciones de tensión, resistencia, continuidad, RPM, diodos, frecuencia, capacitancia, temperatura, ciclo de trabajo, ancho de pulso y permanencia.

9. Terminal “COM” (Común)

Terminal común (retorno) para todas las mediciones.

10. Terminal “mA μ A”

Terminal de entrada para mediciones de corriente < 400 mA.

11. Terminal “A”

Terminal de entrada para mediciones de corriente entre 400 mA y 10 A.

12. Botón “RANGE” (Rango)

Este botón “RANGE” (Rango) puede utilizarse para:

- Alternar entre el modo manual y el modo de rango automático así como para seleccionar el rango manual deseado.
- Seleccione el número de cilindros (1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10 o 12) que se corresponda con el motor cuando el medidor está en función de permanencia o RPM IG.
- Alternar entre motor de 2 tiempos (o motor de 4 tiempos con sistema de encendido sin distribuidor) y motor de 4 tiempos cuando el medidor está en la función RPM IP.

En una función que tiene el modo de rango manual y el modo de rango automático, el medidor elige de forma predeterminada el modo de rango automático y aparece “**AUTO**” en la pantalla como una indicación. Presione el botón “RANGE” (Rango) para ingresar al modo de rango manual, desaparecerá “**AUTO**” y el medidor permanecerá en el rango actual.

En el modo de rango manual, puede presionar el botón “RANGE” (Rango) para seleccionar el rango más elevado siguiente. En el rango más alto, el medidor se ajusta al rango más bajo. Para salir de modo manual y volver al modo de rango automático, mantenga presionado el botón de “RANGE” (Rango) durante 1 segundo; aparecerá “**AUTO**” en la pantalla como una indicación.

Seleccione siempre un rango superior al que espera que se encuentre la corriente o tensión. Luego, seleccione un rango inferior si necesita una mayor precisión. Si el rango es demasiado alto, las lecturas son menos precisas. Si el rango es demasiado bajo, el medidor muestra “**OFL**” (Sobrecarga) como una indicación de sobrecarga.

Cuando el medidor está en la función de RPM IG o de permanencia, presione el botón “RANGE” (Rango) para alternar entre 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10 o 12 cilindros. El número de cilindros seleccionado se indica mediante el número que precede al texto CYL (Ciclo) en la pantalla.

Cuando el medidor está en la función RPM IP, presione el botón “RANGE” (Rango) para alternar entre motor de 2 tiempos (o motor de 4 tiempos con sistema de encendido sin distribuidor) y motor de 4 tiempos; el número seleccionado de tiempos (o carreras) lo indica el símbolo (“**2**” o “**4**”).

13. Botón “% DUTY” (% de trabajo)

Cuando el medidor está en la función RPM IG, presione este botón “% DUTY” (% de trabajo) para medir el ciclo de trabajo (o factor de trabajo) en porcentaje; aparece una lectura en %. Ciclo de trabajo es el porcentaje del tiempo en el cual una señal está por encima o por debajo del nivel de activación durante un ciclo.

Para seleccionar la función de ancho de pulso, presione el botón “% DUTY” (% de trabajo) nuevamente; aparece una lectura en ms. El ancho de pulso es el tiempo durante el cual un actuador está activado. Por ejemplo, los inyectores de combustible se activan mediante un pulso electrónico desde el módulo de control del motor. Este pulso genera un campo magnético que hace que se abra la válvula de la boquilla del inyector. El pulso finaliza y la boquilla del inyector se cierra. Este tiempo de abierto a cerrado es el ancho de pulso y se mide en milisegundos (ms)

Para seleccionar la función de frecuencia, presione el botón “% DUTY” (% de trabajo) de nuevo; aparece una lectura en Hz. La frecuencia es la cantidad de ciclos que una señal completa cada segundo.

Puede pasar a través de RPM, ciclo de trabajo, ancho de pulso y frecuencia presionando este botón “% DUTY” (% de trabajo).

Cuando el interruptor giratorio se encuentre en la posición “RPM IG”, puede presionar el botón “DWL” (Permanencia) para seleccionar la función de medición de permanencia; aparecerá “DWL” (Permanencia) en la pantalla como una indicación de dicha función.

Cuando se encuentre en la función de medición de permanencia, puede presionar el botón “DWL” (Permanencia) nuevamente o “% DUTY” (% de trabajo) para regresar a la función anterior desde la cual el medidor ingresó en la función de medición de permanencia.

14. Botón “HOLD” (Bloqueo)

Se utiliza para ingresar o salir del modo de Bloqueo así como para encender o apagar la retroiluminación.

Presione este botón “HOLD” (Bloqueo) para ingresar al modo de Bloqueo. Aparece “H” en la pantalla como una indicación y el medidor retiene la lectura actual en la pantalla. En el modo de Bloqueo, cuando el medidor detecta una lectura estable nueva, emite una alarma sonora y muestra la nueva lectura estable. Para salir del modo de Bloqueo, presione el botón “HOLD” (Bloqueo) nuevamente. “H” desaparece.

Nota: Cuando el medidor está en el modo de Registro o Relativo, la función de Bloqueo simplemente congela la lectura actual no actualizará la pantalla con la nueva lectura estable.

Para encender o apagar la retroiluminación, mantenga presionado este botón “HOLD” (Bloqueo) durante 1 segundo.

15. Botón “REC” (Registro)

Presione el botón “REC” (Registro) para ingresar el modo de Registro, aparecerá “R” en la pantalla como una indicación. (El medidor saldrá del modo rango automático y permanecerá en el rango actual cuando ingresa en modo de Registro). Esta función le permite registrar como el valor máximo, mínimo y promedio de una serie de mediciones en la misma función y rango. Esta medidor emite una alarma sonora cada vez que se registra un valor máximo o mínimo nuevo. Presione el botón “REC” (Registro) para desplazarse a través de los valores máximo, mínimo y promedio. Cuando se captura una sobrecarga, se emite una alarma sonora y el medidor muestra “OFL” como una indicación de sobrecarga. El medidor solo puede registrar durante 24 horas en este modo.

Nota: El modo de Registro no está disponible en la función de diodos y continuidad.

16. Puerto USB

Apagado automático

Cuando el interruptor giratorio se encuentre en la posición \bar{V} , el medidor se apagará automáticamente si no lo opera durante 30 minutos (1 hora en el modo de Registro) mientras que la tensión de entrada sea inferior a 1 V.

Cuando el interruptor giratorio se encuentre en otra posición, el medidor se apagará automáticamente si no lo opera durante 30 minutos (1 hora en el modo de Registro).

Aproximadamente 30 segundos antes de que el medidor se apague automáticamente, el símbolo "⏻" se encenderá parpadeando para recordarle que el medidor se apagará.

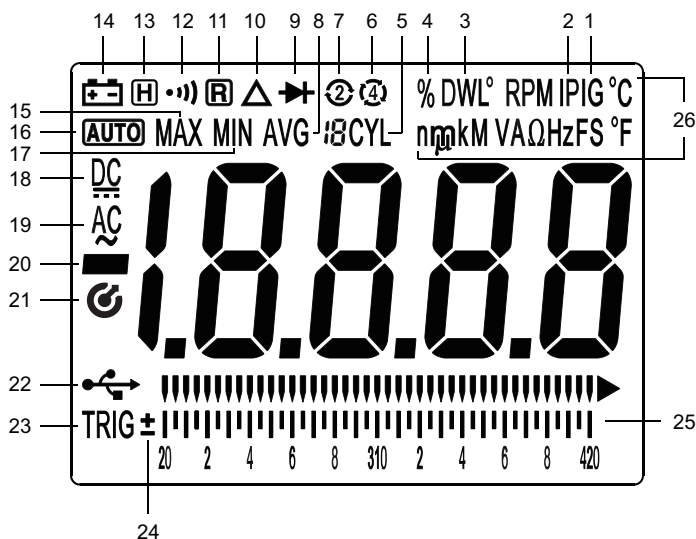
Para encender el medidor nuevamente, coloque el interruptor giratorio en la posición **OFF** (Apagado) primero y, luego, en la posición deseada.

Para desactivar la función de apagado automático, encienda el medidor mientras mantiene presionado el botón "HOLD" (Bloqueo).

Con el captador inductivo

El medidor se comercializa con un captador inductivo. El captador inductivo toma el campo magnético generado por la corriente en el cable de la bujía y lo convierte en un pulso que activa la medición de RPM por parte del medidor.

4. COMPRESIÓN DE LA PANTALLA




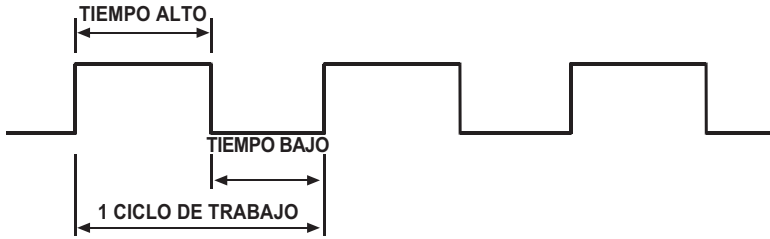
1. **RPM IG.** Aparece cuando se ha seleccionado el modo RPM IG. En este modo, se pueden medir las revoluciones por minuto en motores de 1 a 12 cilindros usando los cables de prueba en el lado principal de la bobina de encendido.
2. **RPM IP.** Aparece cuando se ha seleccionado el modo RPM IP. En este modo, se pueden medir las revoluciones por minuto en motores de 2 o 4 tiempos con el captador inductivo en un cable de la bujía.
3. **DWL^o.** Aparece cuando se selecciona el modo de permanencia.
4. **%.** Aparece cuando se selecciona el modo de ciclo de trabajo.
5. **ICYL.** Aparece cuando un determinado número de cilindros se selecciona en el modo de permanencia o RPM IG. Presione el botón "RANGE" (Rango) para alternar entre motores de 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10 o 12 cilindros.
6. **4.** Aparece cuando se ha seleccionado 4 tiempos en el modo RPM IP. Presione el botón "RANGE" (Rango) para alternar entre motores de 2 y 4 tiempos.
7. **2.** Aparece cuando se ha seleccionado 2 tiempos en el modo RPM IP. Presione el botón "RANGE" (Rango) para alternar entre motores de 2 y 4 tiempos.
8. **AVG.** Indica que el valor que se muestra es el promedio de todas las lecturas realizadas desde que se ingresó en el modo de Registro.
9. **➔.** Aparece cuando se selecciona la prueba de diodos.
10. **Δ.** Aparece cuando se activa el modo Relativo.
11. **📁.** Aparece cuando se activa el modo de Registro.
12. **∞.** Aparece cuando se selecciona la prueba de continuidad.
13. **🔒.** Aparece cuando el modo de Bloqueo está activo.
14. **🔋.** Aparece cuando el nivel de la batería es bajo.

ADVERTENCIA

PARA EVITAR FALSAS LECTURAS, QUE PODRÍAN PRODUCIR DESCARGAS ELÉCTRICAS O LESIONES PERSONALES, REEMPLACE LA BATERÍA EN CUANTO APAREZCA ESTE INDICADOR DE BATERÍA BAJA.

15. **MAX.** Indica que el valor que se muestra es la lectura máxima realizada desde que se ingresó en el modo de Registro.
16. **AUTO.** Aparece cuando se activa el modo de rango automático.
17. **MIN.** Indica que el valor que se muestra es la lectura mínima realizada desde que se ingresó en el modo de Registro.
18. **DC.** Aparece cuando se selecciona la función de medición de CC.
19. **AC.** Aparece cuando se selecciona la función de medición de CA.
20. **■.** Indica lecturas negativas. En modo Relativo, este signo indica que la entrada actual es inferior a la referencia almacenada.
21. **🔌.** Indica que la función de apagado automático se ha activado.
22. **📶.** Indica que se ha activado la función de comunicación mediante USB.
23. **TRIG.** Aparece cuando se selecciona una pendiente de activación - o + mientras el medidor se encuentra en el modo RPM IP o RPM IG (ciclo de trabajo, ancho de pulso, permanencia o Hz). El medidor elige por configuración predeterminada una pendiente de activación - (negativa). Presione el botón "± TRIG" (Activación ±) durante 1 segundo para cambiar entre la pendiente de activación positiva (+) y negativa (-). También aparece cuando el gráfico de barras indica el nivel de activación.

24.  Indica la polaridad de la entrada.
También indica una pendiente de activación - (negativa) o + (positiva) cuando se ha seleccionado una pendiente.



Seleccione una pendiente de activación negativa (-) para medir el tiempo bajo (-) y una pendiente de activación positiva (+) para medir el tiempo alto (+). Por ejemplo, cuando se realiza la medición del ciclo de trabajo del solenoide de control de mezcla, el tiempo (-) bajo es el tiempo de encendido, en la mayoría de los casos.

25. **ESCALA DE VISUALIZACIÓN ANALÓGICA.** Se muestra con indicadores analógicos de 41 posiciones.
26. Los siguientes símbolos indican la unidad de valor visualizado:

DWL°	El número de grados de rotación del distribuidor donde los puntos permanecerán cerrados, medido para 1 a 12 cilindros
%	Porcentaje, se utiliza para la medición del ciclo de trabajo
°C/°F	Medición de la temperatura en grados Fahrenheit o centígrados
Ω	Ohmios
kΩ	Kiloohmio (1×10^3 ohmios)
MΩ	Megaohmio (1×10^6 ohmios)
Hz	Hercios (1 ciclo/s)
kHz	Kilohercio (1×10^3 ciclos/s)
V	Voltios
mV	Milivoltios (1×10^{-3} voltios)
A	Amperios (A)
mA	Miliamperios (1×10^{-3} A)
μA	Microamperios (1×10^{-6} A)
μF	Microfaradios (1×10^{-6} faradios)
ms	Milisegundos (1×10^{-3} segundos)

5. PRUEBAS ELÉCTRICAS Y MEDICIONES BÁSICAS

Una de las herramientas de diagnóstico eléctrico más común es un multímetro digital (digital multimeter, DMM). Un DMM es simplemente un patrón electrónico para realizar mediciones eléctricas.

Los DMM tienen muchas funciones y características especiales, pero el uso más común es para medir tensión, corriente y resistencia. Un multímetro automotor como este multímetro también puede medir frecuencia, RPM, ciclo de trabajo, permanencia, ancho de pulso, temperatura, capacitancia e, incluso, el estado de los diodos.

Consideraciones generales para realizar mediciones

- **Precisión**

Un rango de medición determina el valor máximo que el medidor puede medir. La mayoría de las funciones del medidor tiene más de un rango. Al realizar una medición, es muy importante que se encuentre en el rango de medición correcto. La selección de un rango inferior mueve el punto decimal un lugar a la izquierda y aumenta la precisión de la lectura. Cuando la pantalla LCD muestra OFL (sobrecarga), el rango es demasiado bajo; seleccione el rango superior siguiente.

- **Gráfico de barras analógico**

El gráfico de barras es útil para establecer tendencias o datos direccionales. Es más fácil de leer cuando los datos generan que la pantalla digital cambie rápidamente.

- **Cortador de seguridad**

Al medir tensión, asegúrese de que el cable de prueba de color rojo esté conectado al conector de entrada $\left\{ \begin{array}{l} \text{TEMP RPM} \\ \text{V} \end{array} \right\}$; si el cable de prueba de color rojo está conectado al conector "A" o "mA μ A", puede ser objeto de lesiones o puede dañar el medidor. Al medir corriente, no conecte el cable de prueba de color rojo al conector de entrada $\left\{ \begin{array}{l} \text{TEMP RPM} \\ \text{V} \end{array} \right\}$. Los cortadores de seguridad del medidor se utilizan para evitar la conexión al terminal de entrada incorrecto.

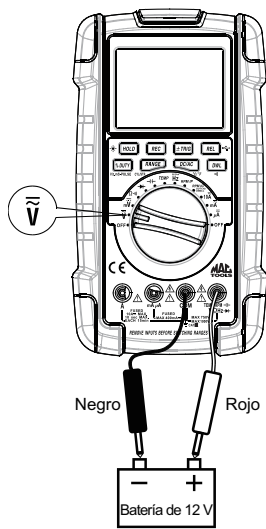
Mediciones de tensión

Las mediciones de tensión son pruebas dinámicas que miden la tensión en un circuito o componente con la alimentación encendida. Las mediciones de tensión se llevan a cabo con los cables de prueba conectados entre los elementos del circuito bajo prueba.

ADVERTENCIA

PARA EVITAR DESCARGAS ELÉCTRICAS Y DAÑO AL INSTRUMENTO, LA TENSIÓN DE ENTRADA NO DEBE EXCEDER 1000 V CC O 750 V CA RMS. NO INTENTE MEDIR UNA TENSIÓN DESCONOCIDA QUE PUEDA EXCEDER 1000 V CC O 750 V CA RMS.

NOTA: Al realizar la medición de tensión, este medidor se debe conectar en paralelo con el circuito o elemento del circuito bajo prueba.



Conexión en paralelo

Configuración del medidor para medir la tensión:

- Coloque el interruptor giratorio en la configuración de tensión (\bar{V} o $m\bar{V}$). (La configuración $m\bar{V}$ solamente es para mediciones de milivoltios de CC).
- Presione el botón "DC/AC" (CC/CA) para seleccionar la medición de tensión de CA o CC; la pantalla mostrará el símbolo correspondiente.
- Inserte el cable de color negro en el conector "COM".
- Inserte el cable de color rojo en el conector " \bar{V} TEMP RES \bar{V} 10Hz-400Hz".

Conecte:

La sonda de color negro al circuito negativo (-) o puesta a tierra.

La sonda de color rojo al circuito que viene desde la fuente de alimentación.

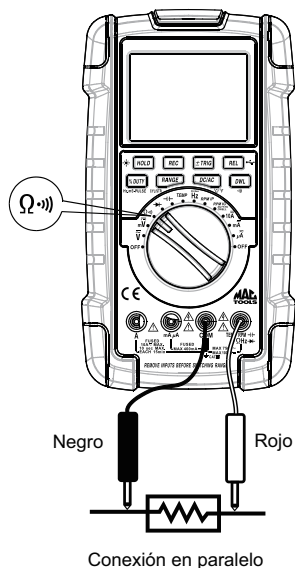
Mediciones de resistencia

La resistencia es una medición estática que significa que debe medirse con la alimentación apagada. Se mide en ohmios (Ω) y los valores pueden variar en gran medida desde unos pocos miliohmios ($m\Omega$) para la resistencia de un contacto a miles de millones de ohmios para aislantes.

⚠ ADVERTENCIA

APAGUE LA ALIMENTACIÓN Y DESCARGUE TODOS LOS CONDENSADORES DEL CIRCUITO A PROBAR ANTES DE REALIZAR MEDICIONES DE LA RESISTENCIA EN EL CIRCUITO. LA MEDICIÓN PRECISA NO ES POSIBLE SI HAY TENSIÓN RESIDUAL O EXTERNA.

NOTA: La resistencia en las sondas de prueba puede afectar la precisión en el rango de 400. Realice el cortocircuito de las sondas juntas y presione el botón "REL" (Relativo) para restar la resistencia del cable de prueba de la medición.



Configuración del medidor para medir resistencia:

- Coloque el interruptor giratorio en la configuración Ω . El medidor elige la función de medición de resistencia por configuración predeterminada.
- Si desea una medición más exacta, seleccione el rango de resistencia apropiado presionando el botón "RANGE" (Rango).
- Inserte el cable de color negro en el conector "COM".
- Inserte el cable de color rojo en el conector "VΩHz".

Conecte:

- Sondas de prueba a través del resistor o del circuito a probar.

Precisión:

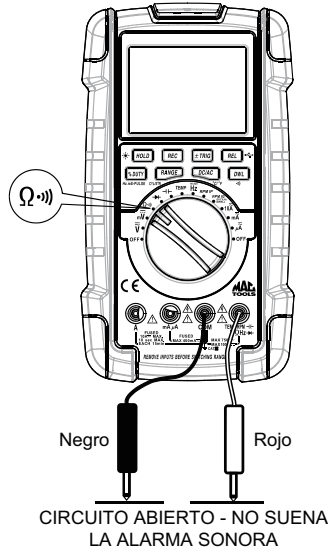
El cambio rápido de las lecturas en la pantalla (ruido), a veces, se puede eliminar si cambia a un rango más alto. También puede suavizar un poco de ruido utilizando la función promedio (AVG) proporcionada por la función de Registro.

Prueba de continuidad

Una prueba de continuidad es una prueba estática (alimentación del circuito apagada) que le permite distinguir fácil y rápidamente entre un circuito abierto y uno cerrado. Cuando el medidor detecta un circuito cerrado o un cortocircuito, emite una alarma sonora para que no tenga que mirar el medidor durante la prueba. Esta puede ser una importante ayuda en la resolución de problemas a la hora de determinar enlaces entre fusibles en buen estado y fusibles quemados, conductores abiertos y en cortocircuito o cables, el funcionamiento de los interruptores, etc. También es útil para la resolución de problemas en lugares donde es difícil ver la lectura en todo momento.

NOTA:

Desconecte la alimentación al circuito que vaya a probar.
Un tono de alarma sonora no necesariamente significa resistencia cero.

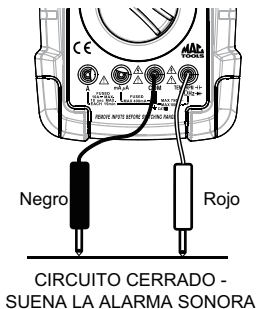
**Configuración del medidor para probar la continuidad del circuito:**

- Coloque el interruptor giratorio en la configuración Ω (símbolo de sonido).
- Presione el botón "DWL" (Permanencia) hasta que aparezca "∞" en la pantalla. Ahora el medidor se encuentra en la función de prueba de continuidad y elige de forma predeterminada el rango de 400 Ω .
- Inserte el cable de color negro en el conector "COM".
- Inserte el cable de color rojo en el conector "V Ω Hz".

Conecte:

- Sondas de prueba a través del circuito a probar.

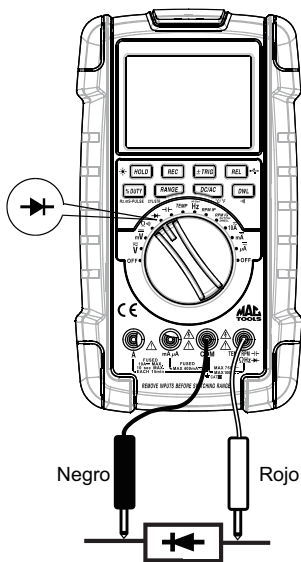
Si el circuito está cerrado (resistencia < aprox. 40 Ω), el medidor emitirá un alarma sonora. Si el circuito está abierto (resistencia > 150 Ω), no se emite ningún sonido.



Prueba de diodos

Un diodo funciona como un interruptor electrónico que permite que la corriente fluya en una sola dirección. Se enciende cuando la tensión está por encima de un determinado nivel, generalmente mayor a 0.3 V para un diodo de silicio. El medidor tiene un modo de prueba estática para diodos cuando la alimentación al circuito está apagada. Las lecturas a través de un diodo en buen estado normalmente serán mayores que 0.3 V en una dirección, mientras que indica un circuito abierto en la otra dirección.

NOTA: Desconecte la alimentación al circuito que vaya a probar.



Configuración del medidor para probar el diodo:

- Coloque el interruptor giratorio en la configuración
- Inserte el cable de color negro en el conector "COM".
- Inserte el cable de color rojo en el conector $V\Omega Hz$.

Conecte:

- Sonda de prueba de color negro al cátodo del diodo.
- Sonda de prueba de color rojo al ánodo del diodo.

Si el diodo está en buen estado, la lectura debe indicar 0.3 V a 0.8 V en la pantalla.

Invierta las sondas. La pantalla debe mostrar "OFL" (Sobrecarga) si el diodo está en buen estado.

NOTA: Un diodo defectuoso puede generar OFL (Sobrecarga) o tener la misma lectura en ambas direcciones sin importar la forma en la cual se conecten las sondas de prueba.

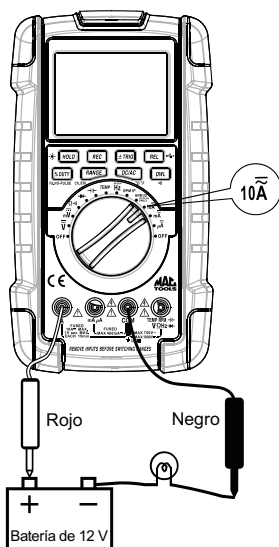
Mediciones de corriente

Las mediciones de corriente son pruebas dinámicas que miden la corriente a través de un circuito o componente con la alimentación encendida. Las mediciones de corriente se llevan a cabo con los cables de prueba conectados en serie con el circuito o componente bajo prueba.

⚠ PRECAUCIÓN

PARA EVITAR DAÑOS AL MEDIDOR, NO DEBEN MEDIRSE LAS FUENTES DE CORRIENTE QUE TIENEN TENSIONES DE CIRCUITO ABIERTO MAYORES DE 1000 V CC O 750 V CA.

NOTA: Al realizar mediciones de corriente, el medidor se debe conectar en serie con el circuito (o elemento del circuito) bajo prueba. Para evitar daños al medidor o al equipo bajo prueba, nunca conecte las sondas de prueba a través de una fuente de tensión cuando el medidor está en la función de medición de corriente.



Configuración del medidor para medir corriente:

- Coloque el interruptor giratorio en una configuración de corriente ($10\bar{A}$, $m\bar{A}$ o $\mu\bar{A}$).
- Presione el botón “DC/AC” (CC/CA) para seleccionar la medición de CA o CC; la pantalla mostrará el símbolo correspondiente.
- Inserte el cable de color negro en el conector “COM”.
- Si la corriente que se medirá es de entre 400 mA y 10 A, inserte el cable de prueba de color rojo al conector “A”. Si la corriente es menor a 400 mA, inserte el cable de prueba de color rojo en el conector “mA μ A”.
- Desconecte la alimentación al circuito que vaya a probar. Luego, descargue todos los condensadores de alta tensión.
- Divida la trayectoria del circuito que se probará, creando un punto donde las sondas de prueba pueden conectarse en serie con el circuito.

Conecte:

- Sondas de prueba en series con el circuito a probar.

Encienda el suministro de energía al circuito, después, lea la pantalla. Para mediciones de CC, también se indica la polaridad de la conexión del cable de prueba de color rojo.

Nota:

1. Si el cable rojo está conectado al conector "A", el interruptor giratorio debe ajustarse en la posición $10\bar{A}$. Si el cable rojo está conectado al conector "mA μ A", el interruptor giratorio debe ajustarse en la posición $m\bar{A}$ o $\mu\bar{A}$.
2. Si la magnitud de la corriente que se medirá no se conoce de antemano, seleccione el rango más alto primero y, luego, disminúyalo de a un rango por vez hasta obtener la resolución satisfactoria.

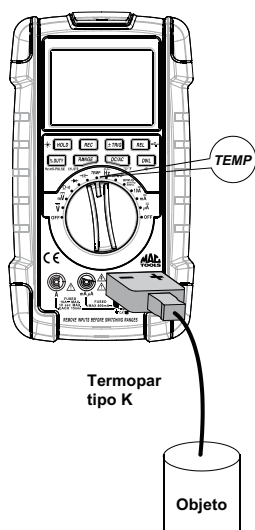
Mediciones de temperatura

Las mediciones de temperatura pueden realizarse de forma dinámica (alimentación encendida) pero se debe tener cuidado de que la sonda de temperatura no entre en contacto con niveles de tensión que podrían dañar la sonda o el medidor.

PRECAUCIÓN

NO PERMITA EL CONTACTO DE LAS SONDAS DE TEMPERATURA CON NINGUNA TENSIÓN QUE PUEDA EXCEDER 30 V AC O UN MÁXIMO DE 42 V O 60 V CC. MANTENGA EL MEDIDOR LEJOS DE FUENTES DE TEMPERATURAS MUY ALTAS PARA EVITAR DAÑOS.

NOTA: A fin de evitar posibles daños en el medidor u otro equipo, recuerde que, si bien el medidor es apto para $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $1370\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $-40\text{ }^{\circ}\text{F}$ a $2,498\text{ }^{\circ}\text{F}$, el termopar tipo K incluido con el medidor es apto para a $480\text{ }^{\circ}\text{C}$. En el caso de temperaturas fuera de ese rango, use un termopar de mayor capacidad. El termopar tipo K provisto con el medidor es sin cargo. Para mediciones precisas, emplee un termopar de uso profesional.



Configuración del medidor para medir temperatura:

- Coloque el interruptor giratorio en la configuración **TEMP** (Temperatura).
Nota: El medidor elige el modo de medición de temperatura en grados Celsius por configuración predeterminada. Presione el botón **"DC/AC"** (CC/CA) para alternar entre la medición de la temperatura en Fahrenheit y Celsius, si es necesario.
- Inserte el enchufe del termopar del tipo K en los conectores **"COM"** y **"TEMP RPM -1(+)"**, tal como se muestra, asegúrese de que las conexiones de polaridad sean correctas.

Conecte:

- Incline la punta del termopar tipo K al área o superficie a medir.

Lea la lectura en la pantalla.

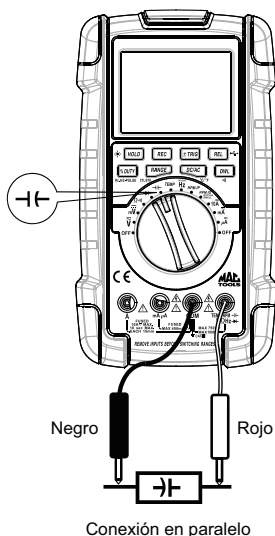
Mediciones de capacitancia (CAP)

Las mediciones de capacitancia comprueban el estado de los condensadores en las condiciones estática (alimentación apagado) en microfaradios (μF).

PRECAUCIÓN

DESCONECTE LA ALIMENTACIÓN AL CIRCUITO QUE VAYA A PROBAR. DESCARGUE A FONDO EL CONDENSADOR A PROBAR MEDIANTE EL CORTOCIRCUITO DE LOS CABLES DEL CONDENSADOR JUNTOS. UTILICE LA FUNCIÓN DE TENSIÓN DE CC PARA CONFIRMAR QUE EL CONDENSADOR ESTÉ DESCARGADO.

NOTA: En el rango de $1 \mu\text{F}$, las lecturas pueden ser inestables debido al ruido eléctrico inducido ambientalmente y la capacidad de flotación de las sondas de prueba. Por lo tanto, conecte el condensador directamente a los terminales de entrada.



Conexión en paralelo

Configuración del medidor para medir capacitancia:

- Coloque el interruptor giratorio en la configuración de capacitancia (←F←).
- Inserte el cable de color negro en el conector “COM”.
- Inserte el cable de color rojo en el conector “TEMP 200k ←F→”
“VΩHz←→”.

Conecte:

- Sondas de prueba al condensador. Cuando se miden condensadores polarizados, conecte la sonda de color rojo al ánodo del condensador y la sonda de color negro al cátodo del condensador.

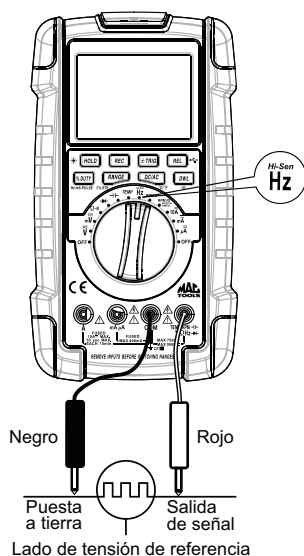
Espere hasta que se establezca la lectura y, luego, lea la lectura en la pantalla.

Mediciones de frecuencia de sensibilidad alta (Hz)

Este medidor tiene dos modos de medición de frecuencia: el modo de sensibilidad alta (nivel de activación de aproximadamente 250 mV) para el modo del contador de frecuencia general y el modo Hz o RPM IG para la medición automotriz.

En el modo de contador de frecuencia de alta sensibilidad, el medidor se configura automáticamente en uno de los cuatro rangos: 200 Hz, 2000 Hz, 20 kHz y 200 kHz.

Si la señal de entrada está por debajo del nivel de activación, no se tomarán las mediciones de frecuencia. Si las lecturas son inestables, la señal de entrada puede estar cerca del nivel de activación para ese rango. Normalmente puede corregir esto seleccionando un rango inferior usando el botón “RANGE” (Rango). Si sus lecturas parecen ser un múltiplo de lo que esperaba, su señal de entrada puede tener distorsión o sonido vibrante, que es común a las señales provenientes de controles de motor electrónico. En este caso, utilice el modo de Hz o RPM IG para obtener lecturas correctas.



Configuración del medidor para medir frecuencia:

- Coloque el interruptor giratorio en la configuración de Hz de alta sensibilidad (^{Hi-Sen}Hz).
- Inserte el cable de color negro en el conector "COM".
- Inserte el cable de color rojo en el conector "TEMP/SPIN/Hz" ^{V.ΩHz}.

Conecte:

- Sonda de prueba de color negro a tierra.
- Sonda de prueba de color rojo al cable de salida de señal al objeto de prueba.

NOTA: La pantalla mostrará 0.00 Hz para frecuencias por debajo de 0.5 Hz.

6. MEDICIONES AUTOMOTRICES BÁSICAS

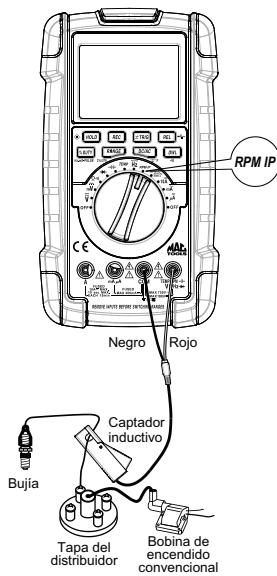
Mediciones de RPM con el captador inductivo (modo RPM IP)

Las RPM (revoluciones por minuto) se pueden medir en el modo RPM IP utilizando el captador inductivo (accesorio estándar). Fije el captador inductivo alrededor del cable de la bujías; el captador inductivo convierte el campo magnético generado por el flujo de corriente en el cable de la bujía en un pulso que activa la medición de RPM por parte del medidor.

Con el captador inductivo, puede realizar mediciones de RPM en cualquier motor de dos o cuatro tiempos de automóvil con cualquier cantidad de cilindros sin ninguna conexión física a ningún punto de prueba o cables.

ADVERTENCIA

EL SISTEMA DE ENCENDIDO REPRESENTA UN PELIGRO DE DESCARGA ELÉCTRICA POTENCIAL. ASEGÚRESE DE QUE EL MOTOR ESTÉ APAGADO ANTES DE CONECTAR O QUITAR EL CAPTADOR INDUCTIVO.



Configuración del medidor para medir RPM:

- Coloque el interruptor giratorio en la configuración RPM IP (**RPM IP**).
- Presione el botón **"RANGE"** (Rango) para seleccionar motores de 2 y 4 tiempos.
- Inserte el enchufe de color negro del captador inductivo en el conector **"COM"** y el enchufe de color rojo del captador inductivo en el conector **"VΩHz"**.

Conecte el captador inductivo a cualquier cable de bujía y arranque el motor. Si no se recibe ninguna lectura, desenganche el captador, gírelo y vuélvalo a conectar. Si la lectura es inestable o demasiado alta, ajuste el nivel de activación.

NOTA: Posicione el captador lejos del distribuidor y el múltiple de escape, pero lo más cerca posible de la bujía. Si no hay lectura o aparece una lectura errática, invierta primero el captador inductivo; luego, mueva el captador a otro cable de la bujía y pruebe nuevamente.

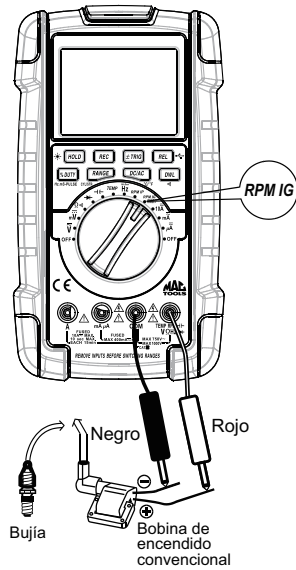
Mediciones de RPM con las sondas de prueba (modo RPM IG)

Las RPM se pueden medir utilizando las sondas de prueba conectadas al lado principal de una bobina de encendido de tipo de distribuidor convencional. Antes de medir las RPM, necesita determinar si está buscando un motor de 2 o 4 tiempos y cuántos cilindros tiene el motor.

Cuando se selecciona primero la configuración RPM IG, el medidor elige de forma predeterminada un motor de cuatro tiempos y de cuatro cilindros, de modo que aparecerán **RPM IG**, **4CYL**, **TRIG** y \sim en la pantalla. Si desea seleccionar otra cantidad de cilindros, presione el botón **"RANGE"** (Rango) varias veces para desplazarse por el número de cilindros entre 1 y 12 (excepto 7, 9 y 11). El número de tiempos no se puede cambiar en el modo de RPM IG; debe cambiar temporalmente al modo RPM IP, luego cambiar los tiempos presionando el botón **"RANGE"** (Rango) y, a continuación, regresar al modo RPM IG.

ADVERTENCIA

EL SISTEMA DE ENCENDIDO REPRESENTA UN PELIGRO DE DESCARGA ELÉCTRICA POTENCIAL. ASEGÚRESE DE QUE EL MOTOR ESTÉ APAGADO ANTES DE CONECTAR Y EXTRAER LAS SONDAS DE PRUEBA.



Configuración del medidor para medir RPM:

- Coloque el interruptor giratorio a la configuración RPM IG (**RPM IG**).
- Si "**RPM IG**" no aparece en la pantalla, presione el botón "**% DUTY**" (% de trabajo) hasta que aparezca "**RPM IG**" en la pantalla.
- Presione el botón "**RANGE**" (Rango) para seleccionar la cantidad de cilindros.
- Inserte el cable de color negro en el conector "**COM**".
- Inserte el cable de color rojo en el conector "**VΩHz**".

Conecte:

- Sonda de prueba de color negro a una buena puesta a tierra cerca de la bobina.
- Sonda de prueba de color rojo al lado principal de la bobina de encendido.

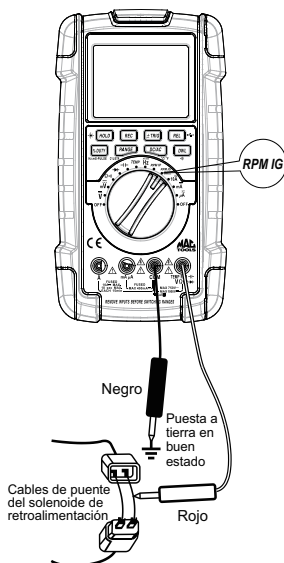
Arranque el motor y observe la lectura en la pantalla mientras mueve el acelerador.

Si la lectura es inestable o demasiado alta, ajuste el nivel de activación.

NOTA: Consulte el manual de servicio del vehículo para obtener información sobre el número de cilindros y tiempos para motores específicos.

Mediciones del ciclo de trabajo

Ciclo de trabajo (o factor de trabajo) es el porcentaje del tiempo en el cual una señal está por encima o por debajo del nivel de activación durante un ciclo. Hay muchas señales en el vehículo en las cuales es posible que necesite medir el ciclo de trabajo. Por ejemplo, señales del solenoide de control de mezcla de un carburador de retroalimentación, señales de sensores de leva o de giro y las señales de control de los inyectores de combustible. En este ejemplo se utiliza el medidor para medir el ciclo de trabajo en la señal del solenoide de control de mezcla de un carburador de retroalimentación.



Configuración del medidor para medir el ciclo de trabajo:

- Coloque el interruptor giratorio a la configuración RPM IG (**RPM IG**).
- Presione el botón “% DUTY” (% de trabajo) hasta que “%” aparezca en la pantalla.
- Inserte el cable de color negro en el conector “COM”.
- Inserte el cable de color rojo en el conector “TEMP RPM \pm Hz”.

Conecte:

- Cables de puente entre el solenoide de retroalimentación y el conector del arnés de cables.
- Sonda de prueba de color negro a una buena puesta a tierra cerca del carburador o al borne negativo (-) de la batería del vehículo.
- Sonda de prueba de color rojo a la señal del control del solenoide.

Mantenga presionado el botón “ \pm TRIG” (Activación \pm) durante 1 segundo para alternar entre pendiente negativa (-) y positiva (+).

Arranque el motor. Se debe leer un ciclo de trabajo del 50 % aproximadamente.

Si la lectura es inestable o demasiado alta, ajuste el nivel de activación presionando el botón “ \pm TRIG” (\pm Activación) varias veces.

Para la mayoría de los automóviles, los puntos de solenoide están cerrados para un ciclo de trabajo de entre 50 % y 70 %.

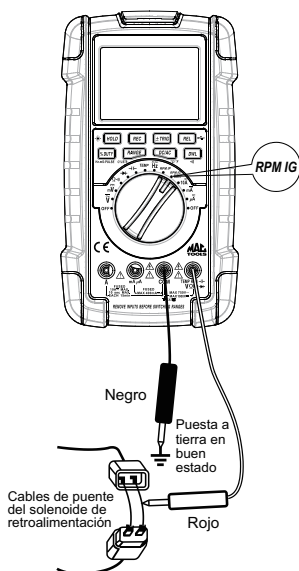
Una vez que el motor se caliente e ingrese en bucle abierto, el ciclo de trabajo debe fluctuar.

NOTA: Consulte el manual de servicio del vehículo para verificar la pendiente para cada componente.

Mediciones de ancho de pulso

El ancho de pulso es el tiempo durante el cual un actuador está activado. Por ejemplo, los inyectores de combustible se activan mediante un pulso electrónico desde el módulo de control del motor (Engine Control Module, ECM). Este pulso genera un campo magnético que hace que se abra la válvula de la boquilla del inyector. El pulso finaliza y la boquilla del inyector se cierra. Este tiempo de abierto a cerrado es el ancho de pulso y se mide en milisegundos (ms).

Aplicaciones automotrices para medición del ancho pulso incluyen el combustible, los solenoides de control de la mezcla de combustible y el motor de control del aire de ralentí. El ejemplo siguiente muestra cómo medir el ancho de pulso en los inyectores de combustible en el puerto.



Configuración del medidor para medir el ancho del pulso:

- Coloque el interruptor giratorio a la configuración RPM IG (**RPM IG**).
- Presione el botón “% DUTY” (% de trabajo) hasta que aparezca “ms” en la pantalla.
- Mantenga presionado el botón “±TRIG” (± Activación) durante 1 segundo hasta que se muestre la pendiente de activación negativa (-).

NOTA: El tiempo de encendido para la mayoría de los inyectores de combustible se visualiza en la pendiente negativa (-).

- Inserte el cable de color negro en el conector “COM”.
- Inserte el cable de color rojo en el conector “VΩHz”.

Conecte:

- Cables de puente entre el inyector de combustible y el conector del arnés de cables.
- Sonda de prueba de color negro a una buena puesta a tierra cerca del inyector de combustible o al borne negativo (-) de la batería del vehículo.
- Sonda de prueba de color rojo a la entrada del accionamiento de solenoide del inyector de combustible en el cable del puente.

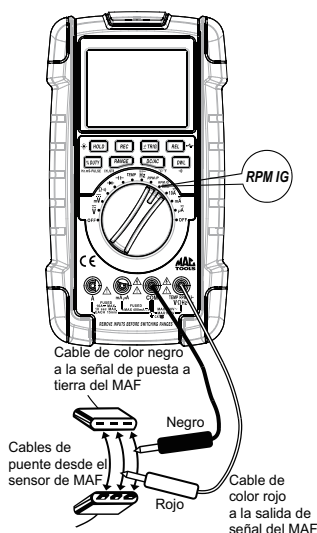
Arranque el motor. El ancho de pulso se muestra en milisegundos.

Si la lectura es inestable o demasiado alta (exceso de rango), ajuste el nivel de activación presionando el botón “±TRIG” (± Activación) varias veces.

Mediciones de frecuencia (Hz automotriz)

La frecuencia es la cantidad de ciclos que una señal completa cada segundo. Hay muchos sensores y señales en el vehículo que producen una frecuencia que se puede medir. Por ejemplo, sensores de velocidad de rueda, sensores de velocidad del vehículo, señales de control del inyector de combustible, salidas de leva y cigüeñal, y señales de referencia del motor. Este ejemplo mide la salida de frecuencia de un sensor de flujo de aire de masa (Mass Air Flow, MAF) digital. La salida puede variar de varios cientos de Hz a diez mil Hz dependiendo del tipo de sensor de MAF.

NOTA: Aunque similar en apariencia, los sensores de MAF de diferentes fabricantes funcionan de forma diferente, tienen diferentes rangos de frecuencia y ondas cuadradas, y no son intercambiables. El nivel de tensión de ondas cuadradas debe ser uniforme. La frecuencia debe cambiar suavemente con la carga y velocidad del motor.



Configuración del medidor para medir frecuencia:

- Coloque el interruptor giratorio a la configuración RPM IG (**RPM IG**).
- Presione el botón “% DUTY” (± Activación) hasta que “Hz” aparezca en la pantalla.
- Inserte el cable de color negro en el conector “COM”.
- Inserte el cable de color rojo en el conector “VΩHz”.

Conecte:

- Cables de puente entre el sensor de MAF y el conector del arnés de cables.
- Sonda de prueba de color negro al puente de puesta a tierra.
- Sonda de prueba de color rojo al puente de salida de señal.

Arranque el motor. Tenga en cuenta la frecuencia que se muestra en la pantalla del medidor a ralentí. Accione el acelerador y observe el cambio de frecuencia.

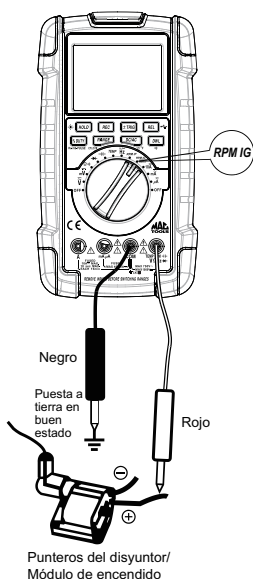
NOTA: Consulte el manual de servicio del vehículo para corregir lecturas de frecuencia.

Si la lectura es inestable, ajuste el nivel de activación presionando el botón “±TRIG” (± Activación) varias veces.

Mediciones de permanencia

La permanencia es el número de grados de rotación del distribuidor en los cuales los puntos permanecen cerrados. La permanencia se puede medir en motores de 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10 o 12 cilindros utilizando el medidor. Antes de medir la permanencia, tiene que determinar cuántos cilindros hay en el motor.

En el modo de Permanencia, el medidor determina por configuración predeterminada cuatro cilindros y pendiente negativa (-), de manera que **DWL**, **4CYL**, **TRIG** y **-** aparecen. Si desea seleccionar otro número de cilindro, presione el botón **RANGE** (Rango) varias veces para seleccionar el número correcto de los cilindros.



Configuración del medidor para medir permanencia:

- Coloque el interruptor giratorio a la configuración RPM IG (**RPM IG**).
- Presione el botón **DWL** (Permanencia) hasta que aparezcan **DWL**, **4CYL** (Ciclo), **TRIG** y **-** en la pantalla.
- Inserte el cable de color negro en el conector **COM**.
- Inserte el cable de color rojo en el conector **VΩHz**.

Conecte:

- Sonda de prueba de color negro a una buena puesta a tierra o al borne negativo (-) de la batería del vehículo.
- Sonda de prueba de color rojo al cable que se conecta a los puntos del disyuntor.

Presione el botón **"RANGE"** (Rango) varias veces para seleccionar el número de cilindros correspondiente.

Arranque el motor y observe la lectura.

Si la lectura es inestable o demasiado alta, ajuste el nivel de activación presionando el botón **"±TRIG"** (± Activación) varias veces.

7. PRUEBAS BÁSICAS DE DIAGNÓSTICO AUTOMOTOR

Se debe realizar una serie sistemática de pruebas de verificación del sistema eléctrico del vehículo antes de comprobar los componentes individuales del automóvil. Las siguientes pruebas básicas llevan a cabo la comprobación de las áreas principales responsables de la mayoría de los problemas eléctricos encontrados en un automóvil. Realice estas pruebas en primer lugar, incluso si aparece un código de falla o de avería en la computadora de a bordo. Un problema básico de puesta a tierra en el sistema eléctrico puede provocar una avería del componente detectada por dicha computadora. Si el problema es consecuencia de una puesta a tierra deficiente, el simple reemplazo de un componente no lo solucionará.

Las pruebas de diagnóstico básico deben comenzar verificando la fuente principal de alimentación y las conexiones del circuito de puesta a tierra del chasis. Los circuitos de puesta a tierra son posiblemente las áreas más problemáticas de los circuitos electrónicos automotores, pero son las menos comprendidas y difíciles de diagnosticar. Uno de los problemas eléctricos más frustrantes que encontrará en un automóvil es una puesta a tierra de alta resistencia. Esto puede generar síntomas muy extraños que parecen estar relacionados con la causa. Los síntomas pueden incluir problemas con las luces de giro, luces que permanecen tenues, encendido de luces incorrectas, problemas de cambio de transmisión, medidores que cambian cuando funcionan determinados accesorios o incluso las luces no se encienden en absoluto.

Puede encontrar una mala puesta a tierra mediante la medición de la caída de tensión entre el cable de puesta a tierra del componente y una conexión a tierra limpia en el chasis o el terminal negativo de la batería del vehículo. Una caída de tensión excesiva en el circuito de puesta a tierra afecta a todo el circuito eléctrico. Por eso es tan importante garantizar que los circuitos básicos estén en buenas condiciones antes de comprobar los códigos de averías en la computadora de a bordo y componentes individuales.

PRUEBAS DE LA BATERÍA

Si tiene problemas eléctricos, pruebe primero la batería. Si la batería está descargada o su nivel de carga es bajo, debe recargarse correctamente antes de comenzar las pruebas.

Una batería descargada puede también indicar un problema en el circuito de carga. A menudo se culpa a las baterías de condiciones de "no arranque" cuando, en realidad, el verdadero problema está en el sistema de carga. Después de que existe un problema en el sistema de carga durante un período de tiempo prolongado, la batería se descarga y no puede suministrar suficiente corriente al motor de arranque para girar el motor.

La causa de muchos problemas eléctricos son drenajes y cortos de corriente. Los drenajes de corriente que generan baterías agotadas se denominan a menudo cortocircuitos, aunque no lo son realmente. Los cortocircuitos que causan fusibles quemados pueden encontrarse con las mismas técnicas de resolución de problemas que se emplean para determinar drenajes de corriente, incluso si los síntomas son diferentes.

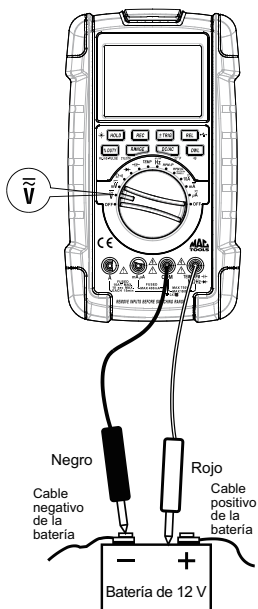
NOTA: Quite los cables de la batería y limpie a fondo los terminales de los cables y los bornes de la batería. Vuelva a colocarlos correctamente antes de comenzar las pruebas.

PRECAUCIÓN

EL INTERRUPTOR DE ENCENDIDO DEBE ESTAR APAGADO PARA EVITAR DAÑOS A LA COMPUTADORA DEL VEHÍCULO AL CONECTAR O DESCONECTAR LOS CABLES DE LA BATERÍA.

Prueba de descarga en la superficie de la batería

La prueba verifica que haya una descarga de baja corriente en toda la caja de la batería. Suciedad, humedad y corrosión son causas típicas de superficie de descarga. Limpie la superficie con una solución de bicarbonato de sodio y agua para evitar descargas superficiales. Sin embargo, nunca permita que la solución penetre en la batería.



Configuración del medidor para medir la descarga superficial:

- Coloque el interruptor giratorio en la configuración de tensión (\bar{V}).
- Presione el botón "DC/AC" (CC/CA) hasta que "DC" aparezca en la pantalla.

- Presione el botón “REC” (Registro) (selecciona la función MAX.MIN.AVG).
- Inserte el cable de color negro en el conector “COM”.
- Inserte el cable de color rojo en el conector “TEMP RPM -1F-1+ VΩHz-”.

Conecte:

- Sonda de prueba de color negro al borne negativo (-) de la batería.
- Sonda de prueba de color rojo a la caja de la batería alrededor del borne positivo (+) de la batería:
NO TOQUE EL BORNE.

Una lectura superior a 0.5 V indica excesiva descarga superficial.

Limpie bien la superficie de la batería si no lo ha hecho y vuelva a realizar la prueba.

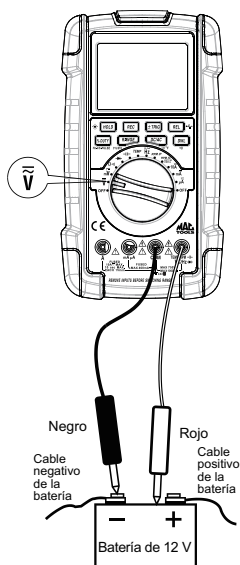
Si continúa recibiendo una lectura superior a 0.5 V, la batería está defectuosa y debe reemplazarse.

Prueba de falta de carga de la batería

Una batería completamente cargada mostrará al menos 12.6 V. La siguiente prueba verifica el estado de carga de la batería. Ya que las pruebas de tensión solamente muestran el estado de carga y no la condición de la batería, también debe realizar una prueba de carga para indicar el rendimiento de la batería.

PRECAUCIÓN

EL INTERRUPTOR DE ENCENDIDO DEBE ESTAR APAGADO AL CONECTAR O DESCONECTAR LOS CABLES DE LA BATERÍA PARA EVITAR DAÑOS EN LA COMPUTADORA DEL VEHÍCULO.



Configuración del medidor para comprobar el estado de carga de la batería:

- Coloque el interruptor giratorio en la configuración de tensión (\bar{V}).
- Presione el botón "DC/AC" (CC/CA) hasta que "DC" aparezca en la pantalla.
- Inserte el cable de color negro en el conector "COM".
- Inserte el cable de color rojo en el conector "TEMP. FUSE +1" / "VOLTAGE".

Encienda los faros delanteros durante 30 segundos para disipar cualquier carga superficial.

Desconecte el cable de la batería negativo (-) del terminal negativo de la batería.

Conecte:

- Sonda de prueba de color negro al borne negativo (-) de la batería.
- Sonda de prueba de color rojo al borne positivo (+) de la batería.

Presione el botón "REC" (Registro) (selecciona la función MAX.MIN.AVG).

Una lectura mínima de menos de 12.4 V indica una batería descargada. Recárguela antes de seguir la prueba.

Prueba de batería de 12 V sin carga

Lectura del medidor	% de carga de la batería
12. 60 V o mayor	100 %
12.45 V	75 %
12.30 V	50 %
12.15 V	25 %

Nota: Esta tabla es solamente para consulta no crítica.

Prueba de carga parásita de la batería

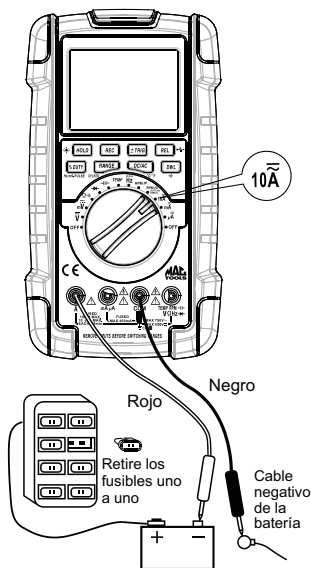
Cada vehículo posee una determinada cantidad de carga parásita que se considera normal, pero cualquier drenaje de corriente que exceda esa cantidad se debe identificar y detener. En vehículos más nuevos, después de la introducción del encendido electrónico y sistemas de control mediante computadora, la carga parásita no puede superar los 100 mA. Compruebe las especificaciones del fabricante para conocer el nivel aceptable de carga parásita de un vehículo específico.

ADVERTENCIA

NO INTENTE ARRANCAR EL MOTOR O ENCENDER ACCESORIOS QUE CONSUMAN MÁS DE 10 A EN COMBINACIÓN DURANTE ESTA PRUEBA YA QUE PODRÁ DAÑAR EL MEDIDOR O OCACIONARSE LESIONES PERSONALES.

PRECAUCIÓN

EL INTERRUPTOR DE ENCENDIDO DEBE ESTAR APAGADO AL CONECTAR O DESCONECTAR LOS CABLES DE LA BATERÍA PARA EVITAR DAÑOS EN LA COMPUTADORA DEL VEHÍCULO.



Configuración del medidor para medir la carga parásita:

- Coloque el interruptor giratorio en la configuración de amperios (10A).
- Presione el botón “DC/AC” (CC/CA) hasta que “DC” aparezca en la pantalla.
- Inserte el cable de color negro en el conector “COM”.
- Inserte el cable de color rojo en el conector “A”.

Gire el interruptor de encendido a la posición de apagado y desactive todos los accesorios.

Desconecte el cable de la batería negativo (-) del terminal negativo de la batería.

Conecte:

- Sonda de prueba de color negro al terminal del cable de la batería negativo (-) desconectado.
- Sonda de prueba de color rojo al borne negativo (-) de la batería.

Presione el botón “REC” (Registro) (selecciona la función MAX.MIN.AVG).

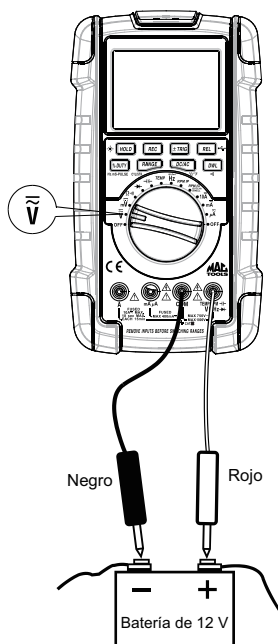
Si hubiera un consumo parásito excesivo fuera del rango especificado en el manual de servicio del vehículo, quite los fusibles del circuito de la caja de fusibles uno por vez hasta que encuentre el consumo excesivo. También verifique aplicaciones que no emplean fusibles, tales como faros delanteros, relés de la computadora y condensadores en el panel de instrumentos.

NOTA: Muchas computadoras de vehículos consumen 10 mA o más de forma continua.

Apague el encendido y vuelva a conectar la batería.

Prueba de carga de tensión de la batería

Esta prueba verifica la capacidad de la batería para proporcionar la tensión suficiente al intentar arrancar.



Configuración del medidor para medir la carga de tensión:

- Coloque el interruptor giratorio en la configuración de tensión (\bar{V}).
- Presione el botón "DC/AC" (CC/CA) hasta que "DC" aparezca en la pantalla.
- Inserte el cable de color negro en el conector "COM".
- Inserte el cable de color rojo en el conector \bar{V} .

Conecte:

- Cable de color negro al borne negativo (-) de la batería.
- Cable de color rojo al borne positivo (+) de la batería.

Presione el botón "REC" (Registro) (selecciona la función MAX.MIN.AVG).

Desactive el encendido para que el motor no pueda arrancar y gire el motor durante 15 segundos. Verifique la lectura mínima.

Una lectura de menos de 9.40 V a 60 °F/16 °C indica una batería débil. Reemplace o recargue la batería antes de la prueba.

Tensión de la batería para la prueba de carga de tensión frente a batería/temperatura del aire

Lectura del medidor	Batería/temperatura del aire
10.0 V	90 °F/33 °C
9.8 V	80 °F/27 °C
9.6 V	70 °F/21 °C
9.4 V	60 °F/16 °C
9.2 V	50 °F/10 °C
9.0 V	40 °F/4 °C
8.8 V	30 °F/-1 °C
8.6 V	20 °F/-7 °C

NOTA: La tabla de arriba es solamente para consulta no crítica.
La temperatura de la batería se puede comprobar mediante la función de temperatura del medidor.

PRUEBAS DE CAÍDA DE TENSIÓN

Las pruebas de caída de tensión miden la cantidad de tensión gastada para superar la resistencia (una fuerza opuesta al flujo de la corriente eléctrica generado por un circuito o componente); cuanto menor sea la lectura de caída de tensión, menor es la resistencia en el circuito bajo prueba.

La función de Bloqueo y la función de Registro de valores MÁX./MÍN. son muy útiles para medir las caídas de tensión en diferentes componentes y conexiones. Por ejemplo, la medición de la caída de tensión a través de las conexiones y componentes en el circuito de arranque mientras se da arranque al motor (sistema de encendido o combustible desactivado para evitar el arranque) le permite determinar si hay un exceso de resistencia en el circuito de arranque.

Para medir la caída de tensión, la corriente debe estar fluyendo en el circuito y ambas sondas de prueba de tensión deben estar conectadas en el mismo lado del circuito. La caída de tensión también puede determinarse a partir de lecturas de tensión disponibles que señalen la diferencia entre cada lectura sucesiva.

Consulte las especificaciones del fabricante del vehículo para obtener información sobre la caída de tensión. Si no hay una especificación de caída de tensión disponible, consulte la siguiente tabla para determinar la caída de tensión típica para sistemas de 12 V:

Caída de tensión permisible típica

Componente	Caída de tensión típica
Longitud del cable de la batería de hasta 3 pies	0.1 V
Longitud del cable de la batería de más de 3 pies	0.2 V
Interruptores magnéticos	0.3 V
Interruptores de solenoide	0.2 V
Interruptores mecánicos	0.1 V
Conectores del cable de la batería	0.05 V
Conexiones	0.0 V

NOTA: Los valores permisibles de caída de tensión mostrados en la tabla no corresponden a circuitos que utilizan los cables de aluminio.

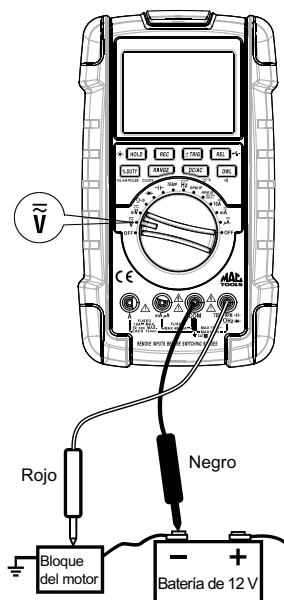
Normalmente, la caída de tensión máxima no debe ser mayor de 0.1 V por cable, puesta a tierra, conexión, interruptor o solenoide. Puede determinar la tensión típica sumando los valores de la tabla anterior. Por ejemplo, la caída de tensión desde el borne negativo de la batería a la carcasa del arrancador (sonda de prueba negativa conectada al borne negativo de la batería y sonda de prueba positiva conectada a la carcasa del arrancador) no debe superar los 0.4 V. Esta conexión consta de dos conectores, un cable y dos puestas a tierra.

Si la lectura de la caída de tensión se encuentra dentro de la especificación de la caída de tensión máxima permisible, la resistencia del circuito es aceptable.

Si la lectura de caída de tensión excede el valor máximo permitido, el punto de resistencia excesiva puede ubicarse midiendo la lectura de tensión en cada conexión y extremo del cable. Cuando se observa una marcada disminución de la caída de tensión, la causa de la resistencia excesiva se encuentra entre el punto de prueba y el anterior.

Prueba de caída de tensión entre la puesta a tierra de la batería al bloque del motor

Esta prueba verifica la eficiencia de la puesta a tierra del motor.



Configuración para comprobar la caída de tensión:

- Coloque el interruptor giratorio en la configuración de tensión (\bar{V}).
- Presione el botón "DC/AC" (CC/CA) hasta que "DC" aparezca en la pantalla.
- Inserte el cable de color negro en el conector "COM".
- Inserte el cable de color rojo en el conector "VΩHz".

Ponga en contacto la sonda de prueba de color negro con borne negativo (-) de la batería y la sonda de prueba de color rojo con borne positivo (+) de la batería; esta lectura es la tensión base con la cual comparar su lectura de tensión de prueba.

Conecte:

- Sonda de prueba de color rojo a un punto en el bloque del motor.

Presione el botón **"REC"** (Registro) (selecciona la función MAX.MIN.AVG).

Desactive el encendido para que el motor no pueda arrancar y gire el motor durante cuatro a cinco segundos.

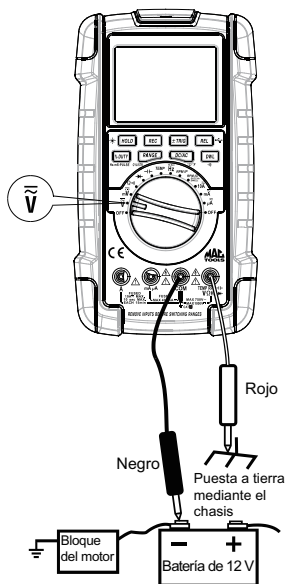
Esta conexión tiene dos conectores, un cable, una puesta a tierra y un terminal de cable a borne de la batería; una caída de tensión de más 0.5 V indica un circuito de puesta a tierra deficiente.

Limpie e inspeccione las conexiones del cable de la batería y la conexión de puesta a tierra y realice la prueba nuevamente.

NOTA: Repita la prueba después de que el motor esté totalmente caliente. La dilatación térmica puede cambiar la caída de tensión.

Prueba de caída de tensión para determinar la eficiencia de la puesta a tierra del chasis negativo

Esta prueba verifica la eficiencia de puesta a tierra del chasis.



Configuración del medidor para comprobar la caída de tensión:

- Coloque el interruptor giratorio en la configuración de tensión (\bar{V}).
- Presione el botón **"DC/AC"** (CC/CA) hasta que **"DC"** aparezca en la pantalla.
- Inserte el cable de color negro en el conector **"COM"**.
- Inserte el cable de color rojo en el conector **"VΩHz"**.

Ponga en contacto la sonda de prueba de color negro con borne negativo (-) de la batería y la sonda de prueba de color rojo con borne positivo (+) de la batería; esta lectura es la tensión base con la cual comparar su lectura de tensión de prueba.

Conecte:

- Sonda de prueba de color negro al borne negativo (-) de la batería.
- Sonda de prueba de color rojo en el paragolpes, cortafuego o bastidor del vehículo donde está sujeto a la puesta a tierra accesoria.

Presione el botón **"REC"** (Registro) (selecciona la función MAX.MIN.AVG).

Encienda todos los accesorios (faros delanteros, ventilador del aire acondicionado, desempañador, limpiaparabrisas, etc.).

Desactive el encendido para que el motor no pueda arrancar y gire el motor durante cuatro a cinco segundos.

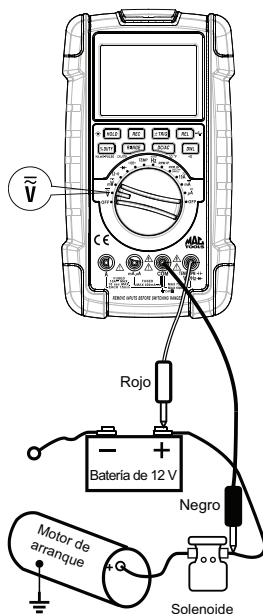
Esta conexión tiene dos conectores, un cable, una puesta a tierra y un terminal de cable a borne de la batería; una caída de tensión de más 0.5 V indica un circuito de puesta a tierra deficiente.

Limpie e inspeccione las conexiones del cable de la batería y la puesta a tierra y realice la prueba nuevamente.

NOTA: Repita la prueba después de que el motor esté totalmente caliente. La dilatación térmica puede cambiar la caída de tensión.

Prueba de caída de tensión entre la puesta a tierra de la batería al solenoide del motor de arranque (+)

Esta prueba verifica la eficiencia de la alimentación de la batería al solenoide del motor de arranque. Mida la caída de tensión entre el borne y el cable de conexión, el borne del solenoide (+) y el cable que se conecta a este.



Configuración del medidor para comprobar la caída de tensión:

- Coloque el interruptor giratorio en la configuración de tensión (\bar{V}).
- Presione el botón "DC/AC" (CC/CA) hasta que "DC" aparezca en la pantalla.
- Inserte el cable de color negro en el conector "COM".
- Inserte el cable de color rojo en el conector "VΩHzmA".

Ponga en contacto la sonda de prueba de color negro con borne negativo (-) de la batería y la sonda de prueba de color rojo con borne positivo (+) de la batería; esta lectura es la tensión base con la cual comparar su lectura de tensión de prueba.

Conecte:

- Sonda de prueba de color negro directo al terminal positivo (+) en el solenoide del motor de arranque.
- Sonda de prueba de color rojo al borne positivo (+) de la batería.

Presione el botón "REC" (Registro) (selecciona la función MAX.MIN.AVG).

Desactive el encendido para que el motor no pueda arrancar y gire el motor durante cuatro a cinco segundos.

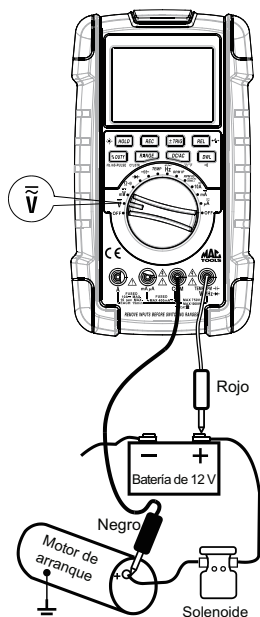
Esta conexión tiene dos conectores y un cable; una caída de tensión de más 0.3 V indica un circuito deficiente.

Limpie e inspeccione las conexiones del cable de la batería y la puesta a tierra y realice la prueba nuevamente.

NOTA: Repita la prueba después de que el motor esté totalmente caliente. La dilatación térmica puede cambiar la caída de tensión.

Prueba de caída de tensión entre la puesta a tierra de la batería al circuito completo del motor de arranque (+)

Esta prueba verifica la eficiencia de la alimentación de la batería al sistema del motor de arranque, incluido el solenoide del arrancador. Incluso una resistencia muy baja en el circuito de arranque puede hacer que el motor de arranque gire lentamente debido a las altas corrientes en los circuitos de dicho dispositivo.



Configuración del medidor para medir la caída de tensión:

- Coloque el interruptor giratorio en la configuración de tensión (\bar{V}).
- Presione el botón “**DC/AC**” (CC/CA) hasta que “**DC**” aparezca en la pantalla.
- Inserte el cable de color negro en el conector “**COM**”.
- Inserte el cable de color rojo en el conector “**TEMP RPM -1+1**”
“**V.ΩHz-***”.

Ponga en contacto la sonda de prueba de color negro con el borne negativo (-) de la batería y la sonda de prueba de color rojo con el borne positivo (+) de la batería para establecer la tensión base con la cual comparar la tensión de prueba.

Conecte:

- Sonda de prueba de color negro directo al terminal positivo (+) en el solenoide del motor de arranque.
- Sonda de prueba de color rojo al borne positivo (+) de la batería.

Presione el botón “**REC**” (Registro) (selecciona la función MAX.MIN.AVG).

Desactive el encendido para que el motor no pueda arrancar y gire el motor durante cuatro a cinco segundos.

Esta conexión tiene cuatro conectores, dos cables y dos conexiones de solenoide; una caída de tensión de más 0.8 mV indica un circuito deficiente.

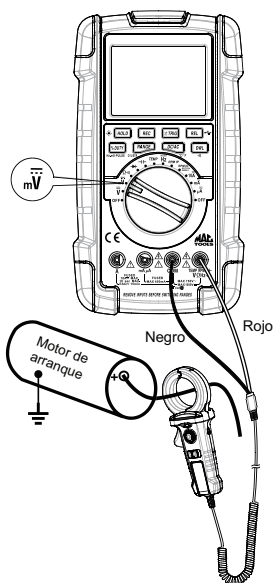
Limpie e inspeccione la batería, los cables del motor de arranque, el solenoide y las conexiones de los cables y realice la prueba nuevamente.

Un solenoide de motor de arranque defectuoso puede provocar una caída de tensión excesiva. Compruebe los cables y las conexiones antes de reemplazar el solenoide.

NOTA: Repita la prueba después de que el motor esté totalmente caliente. La dilatación térmica puede cambiar la caída de tensión.

Prueba de corriente del motor de arranque

Si ha completado con éxito las pruebas de la batería y de las caídas de tensión, ha comprobado que hay tensión de la batería adecuada hacia el motor de arranque. Luego, averigüe cuánta corriente consume el motor de arranque mediante una sonda de corriente con abrazadera de CC. En condiciones normales de funcionamiento, con una temperatura del aire exterior de 70 °F, una buena regla empírica para calcular la corriente de arranque es 1 A por CID (desplazamiento de pulgada cúbica) o de 60 A por litro \pm aproximadamente 25 %. En condiciones sin carga, es 0.5 A por CID \pm 10 % aproximadamente. Compruebe las especificaciones del fabricante para determinar la corriente correcta de giro del motor de arranque.



Configuración del medidor para medir corriente del motor de arranque:

- Coloque el interruptor giratorio en la configuración de milivoltios de CC (mV).
- Conecte una sonda de corriente con abrazadera de CC (accesorio opcional) al medidor. Cable de color negro al conector "COM" y cable de color rojo al conector $\overline{\text{V}}$.

Enganche la sonda de corriente con abrazadera alrededor del cable conectado al terminal positivo (+) del motor de arranque. Asegúrese de que la flecha de la abrazadera esté apuntando en dirección del flujo de corriente en el cable.

Presione el botón "REC" (Registro) (selecciona la función MAX.MIN.AVG).

La lectura mínima es el consumo mínimo de corriente.

Desactive el encendido para que el motor no pueda arrancar y gire el motor durante cuatro a cinco segundos.

Si el consumo de corriente no es alto y se ha confirmado que la batería está en buen estado en las pruebas anteriores pero el motor de arranque gira el motor lentamente, compruebe la resistencia (o caída de tensión) en el circuito de dicho dispositivo nuevamente.

PRUEBAS DEL SISTEMA DE CARGA

Los problemas con el sistema de carga, a menudo, se indican con una queja de que el vehículo no arranca. Normalmente, la batería se ha descargado y el motor de arranque no gira el motor. Para comprobar el sistema de carga de modo correcto, la batería debe estar completamente cargada. Recargue la batería por completo, si es necesario, antes de continuar.

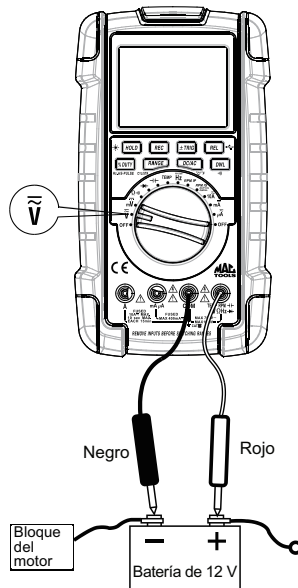
Para el diagnóstico y ajuste de reguladores/alternadores en un vehículo típico de GM, primero debe determinar si el sistema tiene un regulador integral (interno). Luego, determine si es un alternador de tipo A o B. El alternador de tipo A tiene una escobilla conectada al terminal (+) de la batería y la otra a tierra a través de un regulador. El regulador de tipo B tiene una escobilla conectada a tierra y la otra al terminal (+) de la batería a través del regulador. A continuación, aisle el problema al alternador o al regulador. Para hacer esto, necesita derivar el regulador (esto se llama "desplegado completo"), ponga a tierra el terminal de campo de tipo A o conecte el terminal de campo de tipo B al lado (+) de la batería. Si el sistema carga ahora, el regulador está defectuoso.

Prueba de tensión de salida del alternador en el terminal (+) de la batería

Esta prueba verifica la tensión de salida del alternador a la batería.

ADVERTENCIA

AL REALIZAR ESTA PRUEBA, PONGA EL MOTOR EN RALENTÍ CON LAS LUCES ENCENDIDAS DE MODO QUE LA TENSIÓN DE SALIDA NO SUPERE LOS 15 V. SI REALIZA LA COMPROBACIÓN DE UN ALTERNADOR CON UN REGULADOR INTEGRAL, DEBE SABER QUÉ TIPO ESTÁ PROBANDO PARA EVITAR DAÑOS AL ALTERNADOR O AL REGULADOR (CONSULTE EL TEXTO ANTERIOR).



Configuración del medidor para medir la tensión de salida del alternador:

- Coloque el interruptor giratorio en la configuración de tensión (\bar{V}).
- Presione el botón “**DC/AC**” (CC/CA) hasta que “**DC**” aparezca en la pantalla.
- Inserte el cable de color negro en el conector “**COM**”.
- Inserte el cable de color rojo en el conector “**VΩHz**”.

Apague todos los accesorios del vehículo.

Conecte:

- Cable de color negro al borne negativo (-) de la batería.
- Cable de color rojo al borne positivo (+) de la batería.

Presione el botón “**REC**” (Registro) (selecciona la función MAX.MIN.AVG).

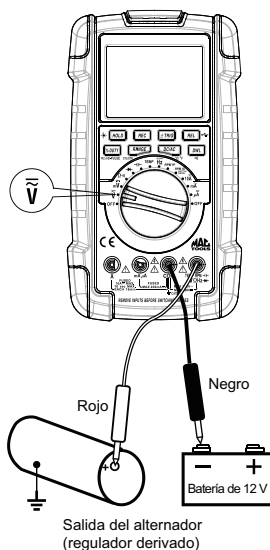
Arranque el motor y hágalo funcionar a 2,000 RPM. Una lectura de entre 13.5 V y 15.5 V es una tasa de carga aceptable.

Si la tensión es baja, realice las comprobaciones para determinar:

- Un alternador o regulador defectuoso (consulte las pruebas que se detallan a continuación)
- Correa de transmisión agrietada, quemada o floja
- Cables o conectores defectuosos o sueltos

Prueba de tensión de salida del alternador (+) (cargado)

Esta prueba solamente es necesaria si la prueba anterior falló.



Configuración del medidor para medir la tensión de salida del alternador:

- Coloque el interruptor giratorio en la configuración de tensión (\bar{V}).
- Presione el botón "DC/AC" (CC/CA) hasta que " \bar{DC} " aparezca en la pantalla.
- Inserte el cable de color negro en el conector "COM".
- Inserte el cable de color rojo en el conector " \bar{V} ".

Presione el botón "REC" (Registro) (selecciona la función MAX.MIN.AVG).

Conecte:

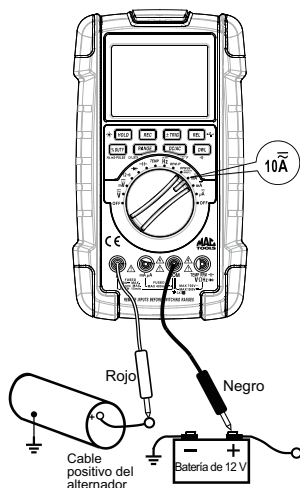
- Sonda de prueba de color negro al borne negativo (-) de la batería.
- Sonda de prueba de color rojo al terminal (+) de la batería en la parte trasera del alternador.

Arranque el motor y hágalo funcionar a 2,000 RPM. Una lectura de entre 13.5 V y 15.5 V es una tasa de carga aceptable.

Un alternador en buen estado mantendrá por lo menos 13.6 V a la salida de corriente nominal.

Prueba de corriente de campo del alternador

Las escobillas (o terminales) corroídas o desgastadas limitan la corriente de campo del alternador y provocan una baja corriente de salida del alternador. Para medir la corriente de campo, cargue el alternador a la corriente de salida nominal con un probador de carga de batería y mida la corriente de campo mediante una sonda de corriente con abrazadera de CC (accesorio opcional) o mediante el uso del conector de entrada "A" en el medidor.



Configuración del medidor para medir la corriente de campo del alternador:

- Coloque el interruptor giratorio en la configuración de amperios (10A).
- Presione el botón "DC/AC" (CC/CA) hasta que " \bar{DC} " aparezca en la pantalla.
- Inserte el cable de color negro en el conector "COM".
- Inserte el cable de color rojo en el conector "A".

Apague todos los accesorios del vehículo.

Conecte:

- Sonda de prueba de color negro al borne positivo (+) de la batería.
- Sonda de prueba de color rojo al cable (+) del alternador positivo.

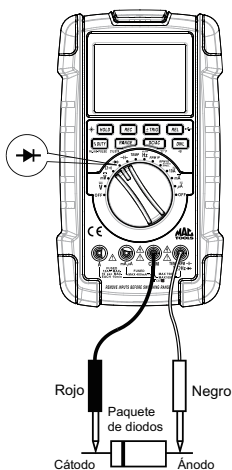
Arranque el motor y hágalo funcionar a 2,000 RPM. La lectura de corriente debe ser entre 3 A y 7 A.

NOTA: Una baja tensión de la batería produce una corriente más alta.

Prueba de diodos del alternador

El paquete de diodos en un alternador se compone de dos diodos en serie. Para probar los diodos del alternador, quite el paquete de diodos del alternador. Luego ponga en contacto una sonda de prueba a un lado del paquete de diodos del alternador y la otra sonda de prueba al otro lado. Registre la lectura, luego, invierta las sondas de prueba y repita la prueba. Para probar un diodo, en general, el medidor debe mostrar la caída de tensión en todos los diodos en serie a aproximadamente 0.8 V; las pruebas en la otra dirección deben mostrar OFL (Sobrecarga). Si la lectura es de aproximadamente 0.4 V, un diodo está en corto. Una lectura por debajo de 0.2 V indica dos diodos en cortocircuito.

NOTA: Los diodos en cortocircuito en el alternador pueden causar una baja salida de corriente y agotar la batería de un día al otro.



Configuración del medidor para medir la caída de tensión del paquete de diodos del alternador:

- Coloque el interruptor giratorio en la configuración de prueba de diodos (→→).
- Inserte el cable de color negro en el conector "COM".
- Inserte el cable de color rojo en el conector "VΩHz".

Desconecte el cable de la batería del terminal de salida del alternador.

Desmonte el alternador y quite el paquete de diodos del alternador.

Conecte:

- Sonda de prueba de color negro al lado negativo (cátodo) del paquete de diodos.
- Sonda de prueba de color rojo al lado positivo (ánodo) del paquete de diodos.

Si ningún diodo está en corto, aproximadamente 0.8 V debe mostrarse.

Si un diodo está en corto, aproximadamente 0.4 V debe mostrarse.

Si el cable está abierto, ambos diodos están abiertos o la caída de tensión es superior a 2 V, **OFL** (Sobrecarga) debe mostrarse.

PRUEBAS DEL SISTEMA DE ENCENDIDO

Si sospecha que un cable de bujía está defectuoso, pruebe la resistencia del cable mediante su movimiento, giro o torcedura. Los valores de la resistencia normalmente serán de alrededor de 10 K Ω por pie.

Si sospecha un problema en la bobina de encendido, compruebe la resistencia del devanado principal y secundario de la bobina. Esta prueba debe hacerse cuando la bobina está caliente y cuando está fría. También debe medir desde la caja de la bobina a cada conector y entre los devanados principal y secundario para asegurarse de que no están en cortocircuito. El devanado principal debe tener una resistencia muy baja de, por lo general, unas décimas de un ohmio a unos pocos ohmios. El devanado secundario debe tener una resistencia mucho mayor, por lo general, en el rango de 10 k Ω . Para obtener las cifras reales para una bobina específica, verifique las especificaciones del fabricante.

Prueba de resistencia del cable de la bujía (cable de bujía secundario)

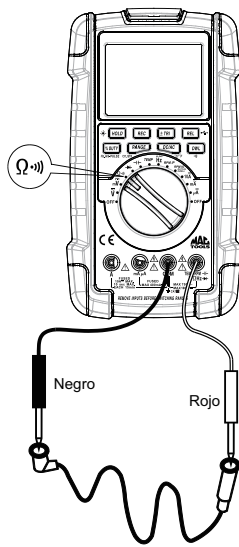
ADVERTENCIA

PARA EVITAR UNA DESCARGA ELÉCTRICA, SIEMPRE DESCONECTE LA BOBINA DE ENCENDIDO DEL SISTEMA DE ENCENDIDO ANTES DE LA PRUEBA.

Si las bujías tienen más de dos años o si hay otras indicaciones de problemas en el sistema de encendido, compruebe los cables de la bujía.

NOTA: Tenga cuidado al extraer la funda de la bujía del aislante ya que puede haberse pegado.

Esta prueba verifica la presencia de alta resistencia o circuitos abiertos en los cables de encendido secundario (cables de bujía).



Configuración del medidor para medir la resistencia del cable de la bujía:

- Coloque el interruptor giratorio en la configuración de resistencia (Ω)).
- Si aparece “))” en la pantalla, presione el botón “DWL” (Permanencia) hasta que “))” desaparezca.
- Inserte el cable de color negro en el conector “COM”.
- Inserte el cable de color rojo en el conector “VΩHz”.

Conecte:

- Sondas de prueba a los extremos opuestos del cable de la bujía.

Presione el botón “REC” (Registro) (selecciona la función MAX.MIN.AVG).

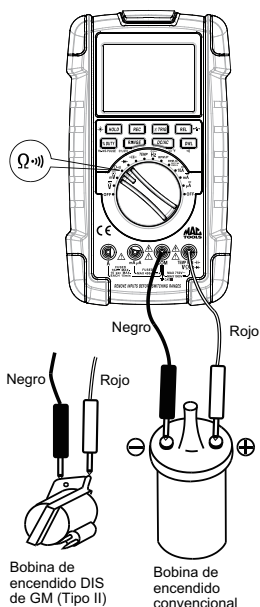
La lectura depende de la longitud del cable que va a medir. Las mediciones típicas son de aproximadamente 10 k Ω por pie de cable. Por ejemplo, dos pies de cable de la bujía deben medir aproximadamente 20 k Ω .

Compare las lecturas con otros cables de bujía en el mismo motor para asegurar la precisión de la prueba.

NOTA: Asegúrese de que las puntas de la sonda de prueba estén en contacto con el conductor central del cable.

Prueba de la resistencia de los devanados principales

Esta prueba verifica la resistencia en los devanados principales de bobinas de encendido convencionales y DIS (sin distribuidor).



Configuración del medidor para medir la resistencia de los devanados principales de la bobina de encendido:

- Coloque el interruptor giratorio en la configuración de resistencia (Ω).
- Si aparece “ ∞ ” en la pantalla, presione el botón “DWL” (Permanencia) hasta que “ ∞ ” desaparezca.
- Inserte el cable de color negro en el conector “COM”.
- Inserte el cable de color rojo en el conector “ Ω ”.

Desconecte la bobina del sistema de encendido.

NOTA: Para realizar mediciones precisas de baja resistencia, la resistencia de los cables de prueba deben restarse del nivel total de resistencia medido. Realice cortocircuito de los cables de prueba juntos y presione el botón “REL” (Relativo). La resistencia (normalmente 0.2Ω a 1.5Ω) de los cables de prueba se restará automáticamente de la medición.

Conecte:

- Sonda de prueba de color negro al terminal negativo (-) de la bobina.
- Sonda de prueba de color rojo al terminal positivo (+) de la bobina.

NOTA: Ambas conexiones principales están ubicadas en la parte posterior de las bobinas de tipo II.

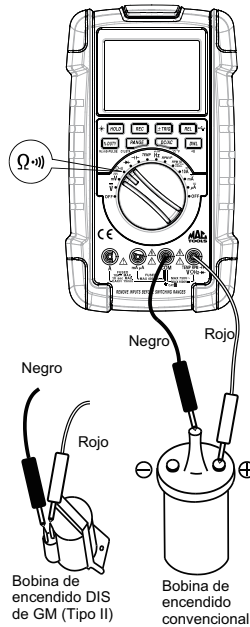
Las mediciones típicas deben estar entre 0.5 Ω y 2.0 Ω .

Para obtener las cifras reales para una bobina específica, verifique las especificaciones del fabricante.

NOTA: Pruebe la bobina de encendido tanto cuando está caliente como cuando está fría.

Prueba de la resistencia de los devanados secundarios

Esta prueba verifica la resistencia en los devanados secundarios de bobinas de encendido convencionales y DIS (sistema de encendido sin distribuidor).



Configuración del medidor para medir la resistencia de los devanados secundarios de la bobina de encendido:

- Coloque el interruptor giratorio en la configuración de resistencia (Ω).
- Si aparece “ ∞ ” en la pantalla, presione el botón “DWL” (Permanencia) hasta que “ ∞ ” desaparezca.
- Inserte el cable de color negro en el conector “COM”.
- Inserte el cable de color rojo en el conector “ Ω ”.
- Desconecte la bobina del sistema de encendido.

Conecte:

- Sonda de prueba de color negro al terminal de alta tensión de la bobina.
- Sonda de prueba de color rojo al terminal positivo (+) de la bobina.

Las mediciones típicas son de entre 6 k Ω y 20 k Ω .

Para obtener las cifras reales para una bobina específica, verifique las especificaciones del fabricante.

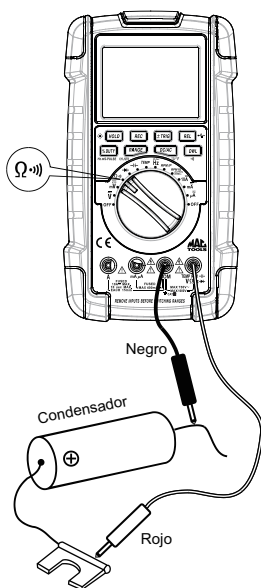
NOTA: Pruebe la bobina de encendido tanto cuando está caliente como cuando está fría.

Prueba de fugas de condensadores/capacitores

Este medidor se puede usar para medir condensadores automotores (capacitores) utilizando la función de Resistencia. Ya que la función de Resistencia aplica tensión entre los cables de prueba, el condensador se carga y la resistencia que se muestra aumenta al infinito. Cualquier otra lectura indica que debe reemplazar el condensador.

PRECAUCIÓN

ANTES DE REALIZAR ESTA PRUEBA, ASEGÚRESE DE QUE EL SISTEMA DE ENCENDIDO ESTÉ APAGADO Y QUE TODOS LOS CABLES CONECTADOS A LAS BOBINAS ESTÉN DESCONECTADOS.



Configuración del medidor para verificar fugas del condensador:

- Coloque el interruptor giratorio en la configuración de resistencia (Ω).
- Si aparece “∞” en la pantalla, presione el botón “DWL” (Permanencia) hasta que “∞” desaparezca.
- Inserte el cable de color negro en el conector “COM”.
- Inserte el cable de color rojo en el conector “VΩHz”.

Conecte:

- Sonda de prueba de color negro al lado negativo (-) del condensador.
- Sonda de prueba de color rojo al lado positivo (+) del condensador.

Observe el aumento en el gráfico de barras a medida que el condensador se carga. La resistencia de un condensador en buen estado debe aumentar de cero a infinito por un breve período de tiempo.

NOTA: En un sistema de encendido convencional, asegúrese de que los puntos estén abiertos antes de comenzar la prueba. Cambie los cables de prueba y compruebe el condensador en ambas direcciones. Compruebe los condensadores en condiciones frías y calientes. La función de medición de la capacitancia del medidor puede utilizarse para medir la capacitancia de los condensadores.

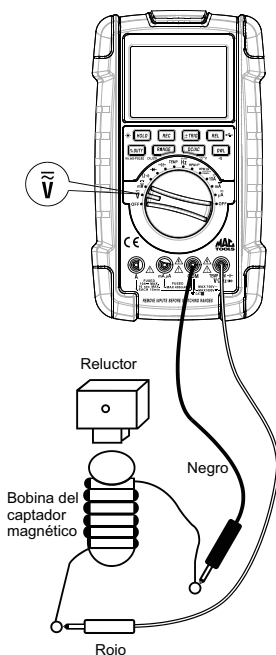
SENSORES DE POSICIÓN

Básicamente hay dos tipos de sensores de posición: magnético y de efecto Hall. El tipo magnético es simplemente un imán permanente con una bobina de alambre enrollada en él. Los sensores magnéticos tienen dos cables: uno conectado a cada extremo de un devanado de bobina. Los sensores magnéticos se encuentran en algunos distribuidores y constan de un captador magnético y un reluctor para cambiar el campo magnético. En un distribuidor, el espacio libre entre el captador y el reluctor en un sensor magnético es fundamental; asegúrese de comprobarlo de acuerdo a las especificaciones del fabricante. Las especificaciones están generalmente entre 0.03 pulgadas y 0.07 pulgadas.

Un sensor de efecto Hall usa un material semiconductor que genera una tensión a medida que un campo magnético lo atraviesa. La tensión producida por el sensor de efecto Hall es proporcional a la intensidad del campo magnético. Este campo magnético puede provenir de un imán permanente o de una corriente eléctrica. Los sensores de posición de efecto Hall han reemplazado los puntos de encendido en muchos de los sistemas de encendido del tipo con distribuidor. También se están utilizando para determinar la posición del cigüeñal y de la leva en sistemas de encendido sin distribuidor (distributorless ignition system, DIS), lo cual le indica a la computadora del vehículo cuándo encender las bobinas. Esta información sobre posición también le dice a la computadora cuándo abrir los inyectores en sistemas con inyección de combustible secuencial.

Prueba del sensor de posición magnético (pulsos)

Esta prueba verifica los pulsos de un captador de distribuidor magnético para determinar si la rueda del reluctor o el captador magnético son defectuosos.



Configuración del medidor para comprobar pulsos de un captador magnético:

- Coloque el interruptor giratorio en la configuración de tensión (\bar{V}).
- Presione el botón "DC/AC" (CC/CA) hasta que "AC" aparezca en la pantalla.
- Inserte el cable de color negro en el conector "COM".
- Inserte el cable de color rojo en el conector " \bar{V} Hz μ ".

Desconecte el distribuidor del módulo de encendido.

Conecte:

- Sondas de prueba a los cables de salida del sensor.

Observe el cambio en el gráfico de barras. Cuando el motor ha girado, los pulsos deben aparecer en el gráfico de barras.

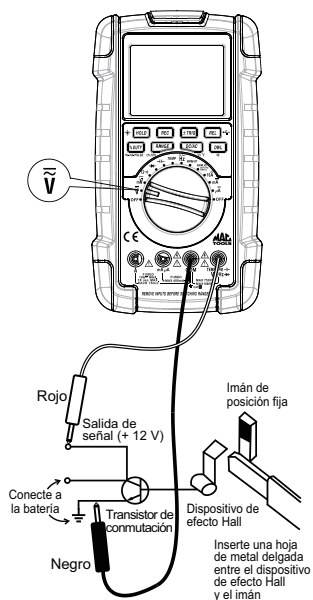
No aparecerán pulsos si la rueda del reluctor o el captador magnético son defectuosos.

NOTA: El espacio libre entre el captador y el reluctor es muy importante. Asegúrese de comprobar que estén de acuerdo con las especificaciones del fabricante.

En automóviles GM, retire la tapa del distribuidor para tener acceso al captador y al reluctor.

Prueba del sensor de efecto Hall (Tensión)

Esta prueba verifica la acción de cambio del sensor de posición de efecto Hall.



Configuración del medidor para verificar los sensores de efecto Hall:

- Coloque el interruptor giratorio en la configuración de tensión (\bar{V}).
- Inserte el cable de color negro en el conector "COM".
- Inserte el cable de color rojo en el conector "VΩHz".

Conecte:

- Sonda de prueba de color negro al terminal de puesta a tierra del sensor de efecto Hall.
- Sonda de prueba de color rojo al terminal de salida de señal del sensor de efecto Hall.

Introduzca una cuchilla de metal fino o galga de acero entre el dispositivo de efecto Hall y el imán mientras observa el gráfico de barras y la pantalla.

La señal de salida debe variar de 12 V a 0 V. La inserción de la hoja de metal bloquea que el campo magnético llegue al sensor de efecto Hall; la extracción de la hoja de metal permite que el campo magnético alcance el sensor.

8. PRUEBAS BÁSICAS DE COMPONENTES AUTOMOTORES

Sistemas controlados por computadoras

La mayoría de los automóviles fabricados en la actualidad tienen varias computadoras de a bordo para controlar el motor, la transmisión, los frenos, la suspensión, el climatizador, el entretenimiento y muchos otros sistemas.

Los sistemas de control de vehículos computarizados se componen de los tres siguientes grupos de componentes básicos:

- **Sensores.** Dispositivos de entrada para proporcionar retroalimentación a la computadora del vehículo. Por ejemplo, sensor de refrigerante, sensor de vacío, sensor de posición del acelerador, sensor de RPM, sensor barométrico, sensor de oxígeno, etc.
- **Módulo de control del motor (ECM).** Procesa la retroalimentación suministrada por los sensores y, luego, envía un comando electrónico a los actuadores de los componentes pertinentes.
- **Actuadores.** Dispositivos de salida que pueden activarse mediante medios mecánicos, eléctricos o componentes de vacío por la computadora del vehículo. Por ejemplo, carburador electromecánico, inyector de combustible, avanzador de bujías de encendido, bomba de aire, válvula de recirculación de gases de escape, purgador de cartucho filtrante, embrague de convertidor de par de torsión, etc.

A veces, cuando el sensor o el actuador no funcionan, se genera un código de error. Estos errores se almacenan en la memoria de la computadora como códigos de averías o fallas. Cada sensor tiene varios números de código asignados, dependiendo del problema que se produzca.

Cuando se produce una falla, un técnico puede leer los códigos de falla mediante la recuperación de la información de la memoria de la computadora. Hay varias maneras de leer esos códigos de averías. En los modelos de vehículos de 1995 o más antiguos, pueden mostrar los códigos de fallas mediante el reloj digital en el tablero, otros emplean el tacómetro, y muchos utilizan una luz parpadeante para indicar códigos de falla. Sin embargo, modelos de vehículos de 1996 o posterior que utilizan el protocolo OBD II necesitan un lector de código o una herramienta de escaneo que se enchufa al puerto de comunicación en serie de la computadora para la lectura de códigos de averías.

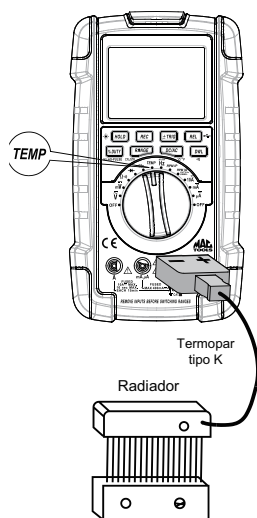
NOTA: Para obtener instrucciones específicas sobre cómo recuperar los códigos de averías de sistemas de computadora de un vehículo específico, consulte el manual de servicio de dicho vehículo.

Pruebas de componentes básicos

A menudo, las pruebas de componentes específicos necesitan esquemas de componentes detallados y especificaciones de prueba suministrados por el fabricante del vehículo. En la sección siguiente se ofrece información general de las pruebas y los procedimientos para dispositivos de entrada principal (sensores) y dispositivos de salida (actuadores).

Pruebas de temperatura

Para la prueba de varios componentes (como por ejemplo, radiadores, transmisiones, calentadores, condensadores de aire acondicionado, evaporadores de aire acondicionado, sensores del refrigerante del motor, interruptores de temperatura del refrigerante y sensores de temperatura del aire) que regulan la temperatura, miden la temperatura de superficie del área circundante del componente.



Configuración del medidor para medir temperatura:

- Coloque el interruptor giratorio a la configuración de temperatura (**TEMP**).
- Inserte el enchufe del termopar del tipo K en los conectores "**COM**" y "**VΩHz+/-**", tal como se muestra, asegúrese de que las conexiones de polaridad sean correctas.
- Presione el botón "**REC**" (Registro) (selecciona la función MAX.MIN.AVG).

Ponga en contacto la punta del termopar directamente sobre la superficie cerca de la entrada del radiador.

Presione el botón "**DC/AC**" (CC/CA) para cambiar entre °F y °C.

Consulte las especificaciones del fabricante para la temperatura correcta. La temperatura medida debe estar dentro de los ± 10 °F (± 5 °C) de las especificaciones.

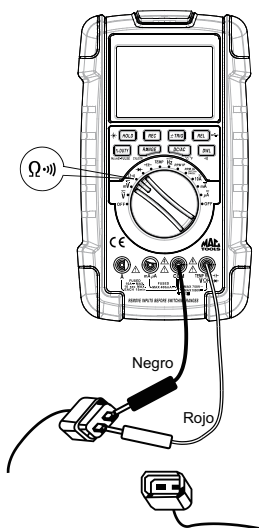
NOTA: El procedimiento anterior es específico para probar la temperatura del radiador. Utilice procedimientos de prueba similares para medir la temperatura de otros componentes o sistemas.

Prueba de dispositivo bifilares (termistor)

Los termistores son básicamente resistores variables que son sensibles a los cambios de nivel de temperatura. El valor de resistencia del termistor cambia con la temperatura. Las aplicaciones típicas de termistor son: sensor de temperatura del refrigerante del motor (Engine Coolant Temperature, ECT), sensor de temperatura de carga de aire (Air Charge Temperature, ACT), sensor de temperatura de aire del múltiple (Manifold Air Temperature, MAT), sensor de temperatura de aire de paletas (Vane Air Temperature, VAT) y sensor de temperatura del cuerpo del acelerador (Throttle Body Temperature, TBT), etc.

Se puede probar un termistor mediante la comprobación del cambio de la resistencia o de tensión. Una forma sencilla de controlar el cambio es el gráfico de barras del medidor.

Prueba de cambio de resistencia del termistor



Configuración del medidor para comprobar el cambio de resistencia de los termistores:

- Coloque el interruptor giratorio en la configuración de resistencia (Ω).
- Si aparece “ ∞ ” en la pantalla, presione el botón “DWL” (Permanencia) hasta que “ ∞ ” desaparezca.
- Inserte el cable de color negro en el conector “COM”.
- Inserte el cable de color rojo en el conector “VΩHz”.

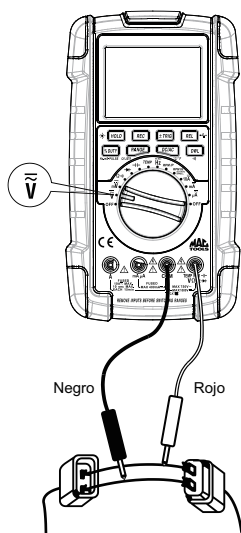
Desconecte el conector del sensor.

Conecte:

- Sonda de prueba de color negro al terminal negativo (-) del sensor.
- Sonda de prueba de color rojo al terminal positivo (+) del sensor.

La lectura de resistencia debe coincidir con la temperatura del sensor.

NOTA: Consulte las especificaciones del fabricante para determinar la temperatura frente a la resistencia para el sensor. La temperatura pueden controlarse mediante el procedimiento anterior.



Configuración del medidor para medir el cambio de tensión de un termistor:

- Coloque el interruptor giratorio en la configuración de tensión (\bar{V}).
- Presione el botón "DC/AC" (CC/CA) hasta que "DC" aparezca en la pantalla.
- Inserte el cable de color negro en el conector "COM".
- Inserte el cable de color rojo en el conector "V Ω Hz μ V".
- Presione el botón "REC" (Registro) (selecciona la función MAX.MIN.AVG).

Desconecte el conector del sensor. Conecte los cables del puente entre el sensor y el conector.

Conecte:

- Sonda de prueba de color negro al circuito negativo (-) del sensor.
- La sonda de prueba color rojo al circuito que viene desde la fuente de alimentación.

Arranque el motor. La tensión debiera cambiar con la temperatura.

Consulte las especificaciones del fabricante. Si el cambio de tensión no está dentro de las especificaciones, compruebe la determinación de fuentes de resistencia excesiva antes de cambiar el termistor: conectores o conexiones deficientes, o roturas en el cableado.

NOTA: La temperatura puede verificarse utilizando la función de medición de la temperatura del medidor.

Prueba de dispositivo trifilares (potenciómetro)

Un potenciómetro es un resistor variable. La computadora del vehículo emplea la señal generada para determinar la posición y la dirección del movimiento de un dispositivo en el componente. Las aplicaciones típicas de un potenciómetro son: sensor de posición del acelerador (Throttle Position Sensor, TPS), sensor de posición de la válvula de recirculación de gases de escape (Exhaust Gas Recirculation, EGR), un medidor de flujo de aire de paletas (Vane Air Flow, VAF), etc.

Un sensor de posición del acelerador (TPS) analógico se encuentra en muchos vehículos. El TPS le informa a la computadora del vehículo lo siguiente:

- Apertura del acelerador
- Si el acelerador se abre y la rapidez de dicha apertura
- Si el acelerador se cierra y la rapidez de dicho cierre
- Cuando el acelerador está completamente abierto
- Cuando el acelerador está a ralentí

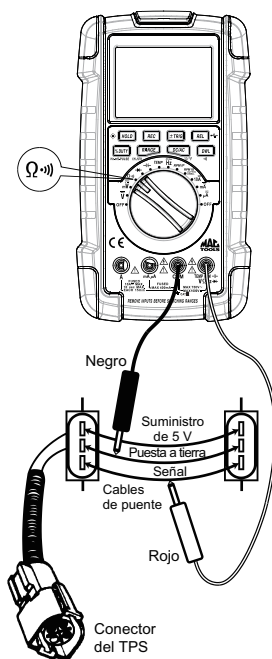
Una de sus funciones más importantes es indicarle a la computadora que el acelerador se está abriendo. Reemplaza a la bomba de aceleración en los motores con carburador, lo que evita que el motor sea inestable cuando se abre el acelerador rápidamente. Cuando esto ocurre, la presión absoluta del colector (manifold absolute pressure, MAP) aumenta rápidamente (caídas de vacío), lo que causa que la gasolina vaporizada se condense en las paredes del múltiple. Ya que hay menos combustible disponible para los cilindros, se debe agregar más combustible a la corriente de aire.

Otra función importante es indicarle a la computadora que el acelerador se está cerrando. Para mantener emisiones aceptables, la computadora debe vaciar la mezcla cuando la MAP desciende (el vacío aumenta).

Para un mejor ahorro de combustible, la computadora apaga por completo el combustible en algunos motores cuando el vacío es alto y el acelerador está al ralentí. Por lo tanto, la computadora debe saber cuándo el acelerador está al ralentí.

La información de la posición del acelerador es una resistencia variable desde un potenciómetro unido al eje del acelerador. Las señales de acelerador totalmente abierto y cerrado provienen de los interruptores unidos al TPS.

El TPS es realmente solo un potenciómetro o resistor variable. A medida que arrastra el acelerador, la resistencia cambia. A medida que su resistencia cambia, también lo hace la señal de tensión que regresa a la computadora. El TPS puede probarse observando el cambio de tensión o de resistencia, mediante el uso del gráfico de barras en el medidor.



Configuración del medidor para comprobar el cambio de resistencia:

- Coloque el interruptor giratorio en la configuración de resistencia (Ω).
- Si aparece “ ∞ ” en la pantalla, presione el botón “DWL” (Permanencia) hasta que “ ∞ ” desaparezca.
- Inserte el cable de color negro en el conector “COM”.
- Inserte el cable de color rojo en el conector “VΩHz”.
- Presione el botón “REC” (Registro) (selecciona la función MAX.MIN.AVG).

Desconecte el conector del sensor y conecte los cables del puente entre el conector y el sensor.

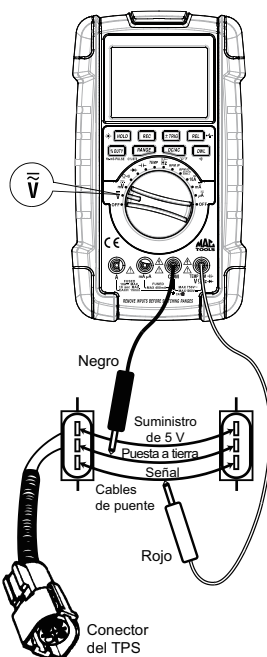
Conecte:

- Sonda de prueba de color negro al circuito de puesta a tierra.
- Sonda de prueba de color rojo al cable de señal (consulte el esquema del fabricante)

Gire el TPS moviendo el acelerador y observe que el gráfico de barras se mueve a medida que el TPS gira. La lectura de resistencia debe cambiar a medida que se mueve el brazo de la señal en el TPS (barrido de señal).

Al girar el TPS para cambiar la resistencia, el gráfico de barras se mueve suavemente si el TPS está en buenas condiciones y de forma errática si es defectuoso.

NOTA: No inserte la punta de la sonda de prueba en el TPS ya que puede dañar el enchufe de tipo más pequeño en el conector de TPS.



Configuración del medidor para comprobar el cambio de tensión:

- Coloque el interruptor giratorio en la configuración de tensión (\bar{V}).
- Presione el botón "DC/AC" (CC/CA) hasta que "DC" aparezca en la pantalla.
- Inserte el cable de color negro en el conector "COM".
- Inserte el cable de color rojo en el conector "TEMP 82A -11-11 VΩHz-".
- Presione el botón "REC" (Registro) (selecciona la función MAX.MIN.AVG).

Desconecte el conector del sensor y conecte los cables del puente entre el conector y el sensor.

Conecte:

- Sonda de prueba de color negro al circuito de puesta a tierra.
- Sonda de prueba de color rojo al cable de señal.

Gire la llave de encendido a la posición de encendido; no arranque el motor.

Gire el TPS moviendo el acelerador y observe el movimiento del gráfico de barras. La caída de tensión debe cambiar a medida que se mueve la posición del brazo de la señal en el TPS (barrido de señal).

El gráfico de barras debe aumentar suavemente sin saltar si el TPS está en buenas condiciones.

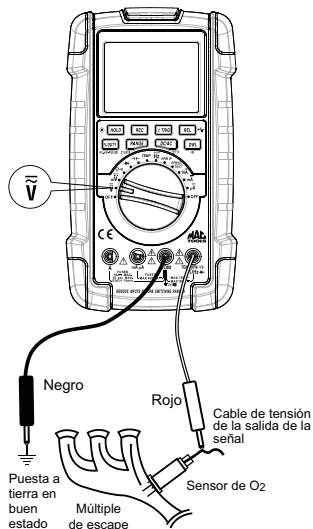
Consulte las especificaciones del fabricante. Si el cambio de tensión no está dentro de las especificaciones, compruebe para la determinación de fuentes de exceso de resistencia antes de cambiar el potenciómetro: conectores o conexiones deficientes, o roturas en el cableado.

NOTA: No inserte la punta de la sonda de prueba en el TPS ya que puede dañar el enchufe de tipo más pequeño en el conector de TPS.

Prueba del sensor de oxígeno (O₂)

El sensor de oxígeno (lambda) muestra la cantidad de oxígeno (O₂) en el flujo de escape. El sensor de O₂ produce una tensión de salida que es una relación directa al nivel de oxígeno en el flujo de escape. La computadora del vehículo utiliza esta señal para cambiar la relación de mezcla de combustible/aire.

Esta prueba verifica los niveles de tensión de salida de señal del sensor de O₂.



Configuración del medidor para medir la tensión de salida de señal del sensor de oxígeno:

- Coloque el interruptor giratorio en la configuración de tensión (\bar{V}).
- Presione el botón "DC/AC" (CC/CA) hasta que "DC" aparezca en la pantalla.
- Inserte el cable de color negro en el conector "COM".
- Inserte el cable de color rojo en el conector "VΩHz".
- Presione el botón "REC" (Registro) (selecciona la función MAX.MIN.AVG).

Conecte:

- Sonda de prueba de color negro a puesta a tierra de buena calidad.
- Sonda de prueba de color rojo al cable de tensión de salida de la señal.

NOTA: Tenga cuidado de no quemarse con el múltiple de escape caliente.

Haga funcionar el motor a ralentí alto (2,000 RPM) durante unos minutos. La lectura de tensión del sensor de O₂ deberá ser de entre 100 mV (pobre) y 900 mV (rica).

Una vez que el sensor de O₂ alcance la temperatura de funcionamiento, la lectura de tensión de CC debe comenzar a barrer. Bajo las condiciones de funcionamiento variables, la tensión del sensor de O₂ se eleva y cae pero, normalmente, en torno a un promedio de 0.45 V CC.

Pruebas del sensor de presión

Los procedimientos de prueba eléctrica recomendados para sensores de presión como la presión absoluta del múltiple (Manifold Absolute Pressure, MAP) y la presión barométrica (Barometric Pressure, BP) varían dependiendo del tipo y fabricante. Consulte el manual de servicio del fabricante del vehículo para ver los esquemas, las especificaciones y los procedimientos de prueba.

Sensor de presión de tipo analógico. Los sensores analógicos pueden probarse utilizando las pruebas de tensión descritas para el potenciómetro trifilar. Use una bomba de vacío para variar la presión en el sensor en lugar de hacer el barrido.

Sensor de presión de tipo digital. Un sensor digital puede probarse mediante la función de frecuencia (Hz) del medidor con la misma serie de pruebas sugerida para la prueba de tensión del potenciómetro trifilar. Use una bomba de vacío para variar la presión en el sensor en lugar de hacer el barrido.

En todos los casos, consulte el manual de servicio del fabricante del vehículo para conocer los procedimientos de prueba correctos.

NOTA: Es imposible realizar pruebas de resistencia de los sensores de presión porque todos tienen salida de tensión o frecuencia.

Pruebas del dispositivo de salida (actuador)

Las pruebas eléctricas para dispositivos de salida varían dependiendo del tipo y el fabricante. Consulte el manual de servicio del fabricante del vehículo para ver los esquemas, las especificaciones y los procedimientos de prueba.

Los dispositivos de salida principal generan una forma de señal de encendido/apagado (ON/OFF) electromagnética, que suele ser una de las siguientes tres señales:

- Encendido o apagado solamente (por ejemplo, interruptores)
Para comprobar un dispositivo de encendido/apagado como un interruptor, haga pruebas de continuidad con el interruptor en la posición de apagado y encendido.
- Ancho de pulso (es decir, inyectores de combustible)
El ancho de pulso es el tiempo durante el cual un dispositivo de salida (actuador) está activado. Para comprobar inyectores de combustible, mida el tiempo de encendido empleando la función de medición de ancho de pulso.
- Ciclo de trabajo (por ejemplo, solenoide de control de mezcla)
Ciclo de trabajo (o factor de trabajo) es el porcentaje del tiempo en el cual una señal está por encima o por debajo del nivel de activación durante un ciclo. La cantidad de tiempo de encendido se mide como un porcentaje del total de ciclos de apagado/encendido. Para comprobar un solenoide de control de mezcla, mida el porcentaje tiempo alto (+) o bajo (-) en un ciclo de trabajo. En la mayoría de los casos de circuitos electrónicos automotores, el tiempo bajo (-) es el tiempo de encendido.

9. RESUMEN DE LAS PRUEBAS DEL SISTEMA ELÉCTRICO AUTOMOTOR

Pruebas del sistema eléctrico

Sistemas y componentes automotores	Tipo de medición				
	Presencia y nivel de tensión	Caída de tensión	Corriente (A)	Resistencia (Ohmios)	Frecuencia (Hz)
Sistema de carga					
Alternadores	•		•		•
Conectores	•	•		•	
Diodos		•		•	
Reguladores	•				•
Sistema de refrigeración					
Conectores	•	•		•	
Motores de ventilador	•		•	•	
Relés	•	•		•	
Interruptores de temperatura	•	•		•	
Sistema de encendido					
Bobinas	•			•	
Condensadores	•			•	
Conectores	•	•		•	
Juego de contactos (puntos)	•			•	
Sensores MAF	•			•	
Captador magnético	•		•	•	
Sensores de MAP/BP	•			•	
Sensores de O ₂	•			•	
Sistema de arranque					
Baterías	•	•			
Conectores		•	•		
Enclavamientos			•		
Solenoides	•	•		•	
Motores de arranque	•	•	•		

Guía de aplicaciones

Amperios de CC*	Puntero analógico	Continuidad	↕	% de trabajo	HZ	Temperatura	Miliamperios	Milivoltios	REC	Ohmios	rms-pulso	RPM	HOLD	Voltios de CA	Voltios de CC	REL	PERMANENCIA	↔
-----------------	-------------------	-------------	---	--------------	----	-------------	--------------	-------------	-----	--------	-----------	-----	------	---------------	---------------	-----	-------------	---

ENCENDIDO/MOTOR

Bobinas						•				•					•			
Sensores de temperatura de la computadora						•			•	•					•	•		
Condensadores (capacitores)	•					•				•					•			•
Conectores		•				•		•	•	•			•		•			
Juego de contactos	•	•		•		•		•		•					•			
Tapa del distribuidor										•								•
Velocidad del motor											•							
Carburadores de retroalimentación				•	•					•				•	•			•
Inyectores de combustible (electrónicos)	•			•	•					•	•				•			•
Sensores de tipo Hall	•				•	•		•		•		•		•	•			
Motores neumáticos vacíos	•			•	•	•	•		•	•	•							•
Módulos de encendido	•							•		•					•			
Sensor de MAF					•				•					•				
Captadores magnéticos	•	•			•			•		•		•		•	•			
Sensores de MAP y BP	•				•				•						•			
Sensores de O2	•				•			•	•									
Sensores de posición del acelerador	•								•	•					•	•		

SISTEMA DE ARRANQUE

Batería	•					•			•						•			
Conectores						•		•		•			•		•	•		
Enclavamientos (interruptor de seguridad neutral)			•						•	•					•			
Solenoides		•				•	•	•	•	•					•			
Motores de arranque	•					•		•	•			•			•	•		

SISTEMA DE REFRIGERACIÓN

Conectores			•					•	•	•			•		•			
Motor del ventilador			•			•				•					•			
Radiador						•			•									
Relés			•					•	•	•					•			
Sensores de temperatura						•			•	•								
Interruptores de temperatura						•				•		•	•	•	•			

Guía de aplicaciones

	Amperios de CC*	Puntero analógico	Continuidad	↕	% de trabajo	HZ	Temperatura	Miliamperios	Milivoltios	REC	Ohmios	rms-pulso	RPM	HOLD	Voltios de CA	Voltios de CC	REL	PERMANENCIA	↕
--	-----------------	-------------------	-------------	---	--------------	----	-------------	--------------	-------------	-----	--------	-----------	-----	------	---------------	---------------	-----	-------------	---

SISTEMA DE CARGA

Alternadores	•			•			•			•	•				•	•			
Reguladores computarizados	•					•				•		•				•			•
Conectores			•						•	•	•			•					
Diodos, (ondulación de CA)										•	•				•				
Rectificador de diodos			•	•															•
Reguladores	•	•									•	•							•

CIRCUITO ELÉCTRICO DE LA CARROCERÍA

Embrague del compresor			•						•		•			•		•			
Circuitos de iluminación			•								•					•			
Relé y diodos del motor			•																
Transmisiones			•							•	•								

* Empleados con una sonda de corriente de CC

10. ESPECIFICACIONES

La precisión está especificada durante un período de un año después de la calibración y a entre 18 °C y 28 °C, con ≤ 80 % de humedad relativa.

Salvo que se especifique especialmente, el valor eficaz verdadero que responde a la precisión especificada de un rango de 10 % a 100 % de margen; factor de cresta: $< 3:1$

Las especificaciones de precisión toman la forma de:

\pm ([% de lectura] + [cantidad de dígitos menos significativos])

Tensión de CC

Rango	Resolución	Precisión
400 mV	0.1 mV	$\pm (0.3 \% + 2)$
4 V	0.001 V	
40 V	0.01 V	
400 V	0.1 V	
1,000 V	1 V	$\pm (0.75 \% + 3)$

Impedancia de entrada: Aproximadamente 10 M Ω

Tensión de CA

Rango	Resolución	Precisión	
		50 Hz - 60 Hz	45 Hz - 1 kHz
4 V	0.001 V	$\pm (0.75 \% + 3)$	$\pm (2.5 \% + 5)$
40 V	0.01 V		
400 V	0.1 V		
750 V	1 V	$\pm (0.75 \% + 5)$	

Impedancia de entrada: Aproximadamente 10 M Ω

Pantalla: Valor eficaz verdadero

CC

Rango	Resolución	Precisión
400 μ A	0.1 μ A	$\pm (0.5 \% + 1)$
4,000 μ A	1 μ A	
40 mA	0.01 mA	$\pm (0.8 \% + 3)$
400 mA	0.1 mA	
4 A	0.001 A	$\pm (1.5 \% + 5)$
10 A	0.01 A	

CA

Rango	Resolución	Precisión
400 μ A	0.1 μ A	$\pm (0.8 \% + 1)$
4,000 μ A	1 μ A	
40 mA	0.01 mA	$\pm (1.2 \% + 5)$
400 mA	0.1 mA	
4 A	0.001 A	$\pm (2.0 \% + 5)$
10 A	0.01 A	

Pantalla: Valor eficaz verdadero

Rango de frecuencia: 45 Hz - 1 kHz

Resistencia

Rango	Resolución	Precisión
400 Ω	0.1 Ω	$\pm (0.5 \% + 10)$
4 k Ω	0.001 k Ω	
40 k Ω	0.01 k Ω	$\pm (0.5 \% + 3)$
400 k Ω	0.1 k Ω	
4 M Ω	0.001 M Ω	$\pm (1.5 \% + 10)$
40 M Ω	0.01 M Ω	

Tensión de circuito abierto: < 3 V CC

Prueba de diodos

Rango	Descripción	Comentario
2.000 V	En la pantalla se muestra la caída de tensión directa aproximada del diodo.	Tensión de circuito abierto: Aproximadamente 3 V CC Corriente de prueba: aproximadamente 0.24 mA

Prueba de continuidad

Descripción	Comentario
Se oirá la alarma sonora si la resistencia es menor de aproximadamente 40 Ω . La alarma sonora no se activará si la resistencia es superior a 150 Ω . La alarma sonora puede activarse o no si la resistencia se encuentra entre 40 Ω y 150 Ω .	Tensión de circuito abierto: Aproximadamente 3 V CC

Capacitancia

Rango	Resolución	Precisión
1 μ F	0.001 μ F	\pm (2.0 % + 5)
10 μ F	0.01 μ F	
100 μ F	0.1 μ F	\pm (3.0 % + 5)
1,000 μ F	1 μ F	\pm (5.0 % + 5)

Nota: La precisión es para condensadores de absorción dieléctrica insignificante.

Temperatura

Rango	Resolución	Precisión
-40 °C a 0 °C	0.1 °C	\pm (4.0 °C + 3 dígitos)
0 °C a 400 °C	0.1 °C	\pm (2 % + 3 °C)
400 °C a 1,370 °C	1 °C	\pm 3.0 % de la lectura
-40 °F a 0 °F	0.1 °F	\pm (7.2 °F + 3 dígitos)
0 °F a 400 °F	0.1 °F	\pm (2 % + 5.4 °F)
400 °F a 2,498 °F	1 °F	\pm 3.0 % de la lectura

Utilice un termopar tipo K.

Nota:

- La precisión no incluye el error de la sonda del termopar.
- La especificación de la precisión presupone que la temperatura ambiente es estable, variando en ± 1 °C. En casos de cambios de temperatura ambiente de ± 5 °C, la precisión nominal se aplica luego de 1 hora.

Frecuencia (Hz de alta sensibilidad)

Rango	Resolución	Precisión
200 Hz	0.01 Hz	± (0.05 % + 2)
2,000 Hz	0.1 Hz	
20 kHz	0.001 kHz	
200 kHz	0.01 kHz	

Frecuencia mínima: 0.5 Hz

Sensibilidad: 250 mV

RPM IP

Rango	Resolución	Precisión
30 - 9,000 RPM	1 RPM	± (0.5 % + 2)

7 niveles de activación seleccionables y pendientes de activación ±

RPM IG

Rango	Resolución	Precisión
60 - 12,000 RPM	1 RPM	± (0.5 % + 2)

7 niveles de activación seleccionables y pendientes de activación ±

9 números de cilindros seleccionables: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12

Ciclo de trabajo

Rango	Resolución	Precisión
0.0 % - 99.9 %	0.1 %	± (0.2 %/kHz + 1)

Ancho de pulso: > 2 μs

7 niveles de activación seleccionables y pendientes de activación ±

Ángulo de permanencia

Rango*1	Resolución	Precisión
0.0° - 356.4°	0.1°	± (1.2°/krpm + 2)

Ancho de pulso: > 2 µs

7 niveles de activación seleccionables y pendientes de activación ±

9 números de cilindros seleccionables: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12

*1 El rango de medición puede variar con las RPM del motor y la inclinación de la activación.

Ancho de pulso

Rango	Precisión
0.1 ms - 1999.9 ms	± (0.5 % + 1)

Ancho de pulso: > 2 µs

7 niveles de activación seleccionables y pendientes de activación ±

Frecuencia (Hz automotriz)

Rango	Resolución	Precisión
200 Hz	0.01 Hz	± (0.5 % + 2)
2,000 Hz	0.1 Hz	

Frecuencia mínima: 0.5 Hz

7 niveles de activación seleccionables y pendientes de activación ±

11. ESPECIFICACIONES GENERALES

Pantalla (LCD):

Digital: Recuento: 4,000 (rango de frecuencia: 20,000)

Actualizaciones: 1 vez/s en RPM, frecuencia, ciclo de trabajo, permanencia y ancho de pulso;
3 veces/s en el resto de las funciones

Analógica: 2 × 41 segmentos

Actualizaciones: 20 veces/s

Protección mediante fusible:

mA o μ A: Fusible rápido de 1,000 V/500 mA, mín. mínima de interrupción 10,000 A

A: Fusible rápido de 1,000 V/10 A, mín. mínima de interrupción 10,000 A

Grado de IP: IP20

Temperatura de almacenamiento: -20 °C a 60 °C (-4 °F a 140 °F)

Temperatura de funcionamiento: 0 °C a 45 °C (32 °F a 113 °F)

Humedad relativa: 0 % a 80 % (0 °C a 35 °C; 32 °F a 95 °F)

0 % a 70 % (35 °C a 45 °C; 95 °F a 113 °F)

Coefficiente de temperatura: 0.15 × (precisión especificada)/°C (< 18 °C o > 28 °C; < 64 °F
o > 82 °F)

Batería: Batería de 9 V, 6F22 o equivalente, 1 pieza

Tamaño: 209 × 117.5 × 70 mm

Peso: Aprox. 637 g (incluida la batería)

12. MANTENIMIENTO

Mantenimiento general

Limpie periódicamente la carcasa con un paño húmedo y un poco de detergente suave. No use solventes ni abrasivos.

Emplee el siguiente procedimiento para limpiar los terminales:

1. Coloque el interruptor giratorio en la posición **OFF** (Apagado) y quite todos los cables de prueba del medidor.
2. Quite la suciedad que pueda existir en los terminales sacudiéndolos.
3. Empape un hisopo sin usar con alcohol.
4. Pase el hisopo alrededor de cada terminal.

Si no va a utilizar el medidor en un período de 60 días o más, retire la batería y guárdela por separado.

Reemplazo del fusible y de la batería



PARA EVITAR DESCARGAS ELÉCTRICAS O LESIONES PERSONALES, RETIRE LOS CABLES DE PRUEBA Y CUALQUIER SEÑAL DE ENTRADA ANTES DE SUSTITUIR LA BATERÍA O EL FUSIBLE.

PARA EVITAR DAÑOS O LESIONES, INSTALE SOLAMENTE FUSIBLES CON LAS CALIFICACIONES ESPECIFICADAS.

PARA EVITAR FALSAS LECTURAS, QUE PODRÍAN PRODUCIR DESCARGAS ELÉCTRICAS O LESIONES PERSONALES, REEMPLACE LA BATERÍA EN CUANTO APAREZCA EL INDICADOR DE BATERÍA BAJA (🔋).

Para cambiar la batería:

1. Coloque el interruptor giratorio en la posición de **"OFF"** (Apagado) y retire todos los cables de prueba del medidor.
2. Retire el tornillo de la tapa de la batería y quítela.
3. Sustituya la batería vieja con una nueva del mismo tipo.
4. Vuelva a instalar la tapa de la batería y el tornillo.

Para cambiar el fusible:

1. Coloque el interruptor giratorio en la posición de **"OFF"** (Apagado) y retire todos los cables de prueba del medidor.
2. Retire el tornillo de la tapa de la batería y quítela.
3. Retire los tornillos de la cubierta trasera y quítela cuidadosamente.
4. Cambie el fusible quemado por uno nuevo de las mismas calificaciones.
5. Vuelva a colocar la cubierta trasera y sus tornillos. Vuelva a instalar la tapa de la batería y su tornillo.

Este medidor usa dos fusibles:

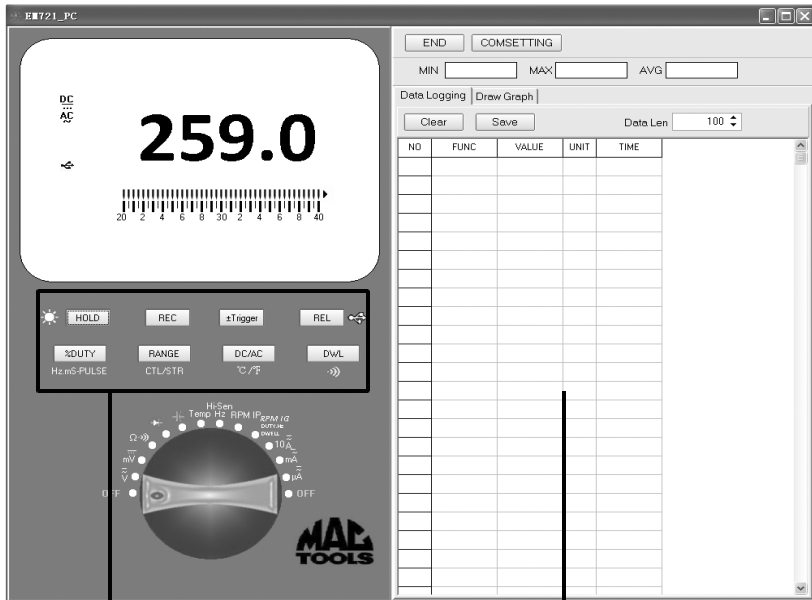
F1: Fusible rápido de 1,000 V/500 mA, Ø 6.35 x 32 mm, calificación mínima de interrupción 10,000 A

F2: Fusible rápido de 1,000 V/10 A, Ø 10 x 38 mm, tensión mínima de interrupción 10,000 A

13. INSTRUCCIONES DEL SOFTWARE DE COMUNICACIÓN ENTRE MEDIDOR Y PC

Coloque el CD suministrado en la bandeja de la unidad de CD-ROM de la computadora y ciérrela. Ubique el archivo “**EM721.exe**” en el archivo en la carpeta “**EM721-PC**” del CD y haga doble clic en el archivo para ejecutar este software de comunicación. Conecte el cable de datos USB al puerto USB en la parte superior del medidor y conecte el otro extremo de dicho cable de datos USB a un puerto USB en su PC. Encienda el medidor. Mantenga presionado el botón “**REL**” (Relativo) en el medidor durante aproximadamente 1 segundo para activar la función de comunicación mediante USB, aparecerá “**↔**” en la pantalla del medidor como una indicación. (**NOTA:** Cuando termine de utilizar la función de comunicación mediante USB, desactive esta función para ahorrar energía de la batería al mantener presionado este botón “**REL**” [Relativo] durante aproximadamente 1 segundo).

Ejecute el software de comunicación, aparecerá la siguiente interfaz EM721-PC:



Botones

Las lecturas transferidas desde el medidor aparecerán aquí.

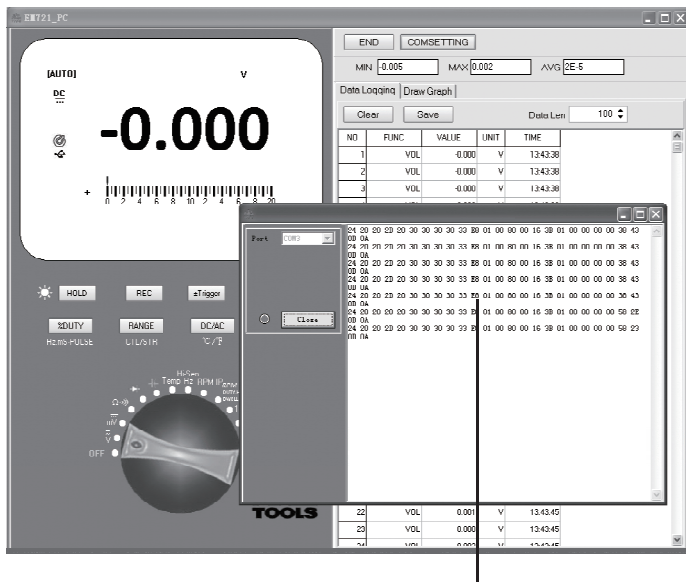
Haga clic en el botón “**COMSETTING**” (Configuración de comunicación), aparecerá la interfaz del Asistente para la Depuración de Puerto en Serie.

Botón de “COMSETTING” (Configuración de comunicación)



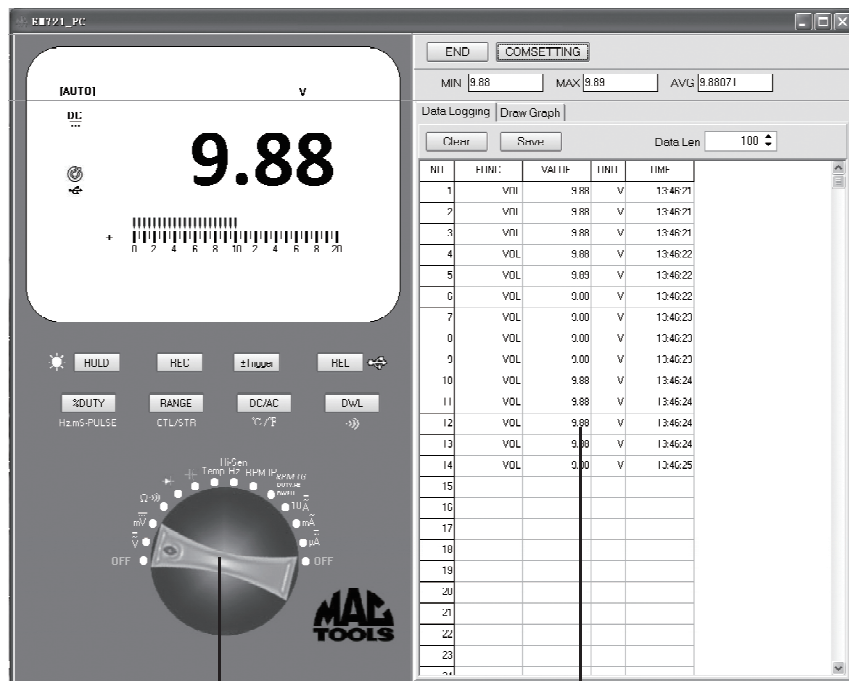
Interfaz del Asistente para la Depuración de Puerto en Serie

En el recuadro de la lista desplegable del puerto en serie de la interfaz del Asistente para la Depuración de Puerto en Serie, seleccione el puerto en serie de la PC que está usando el medidor. Haga clic en el botón **“Open”** (Abrir) en esta interfaz, el botón **“Open”** cambiará al botón **“Close”** (Cerrar).



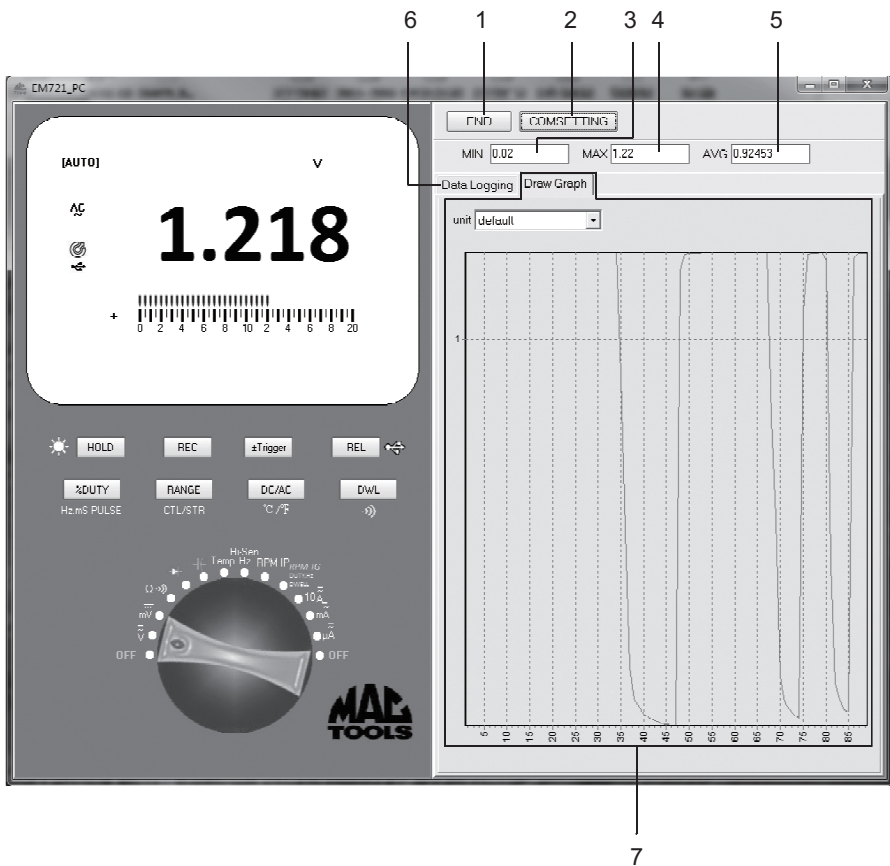
Cuando aparezca una serie de códigos hexadecimales en el espacio en blanco de la interfaz del Asistente para la Depuración de Puerto en Serie, el área de visualización de la zona superior izquierda de la interfaz M721-PC mostrará las lecturas del medidor casi en tiempo real. Cierre la interfaz del Asistente para la Depuración de Puerto en Serie haciendo clic en el botón "X" en la esquina superior derecha de la interfaz. El medidor ahora se ha conectado correctamente a la PC. (Haga clic en el botón "Close" [Cerrar] en la interfaz del Asistente para la Depuración de Puerto en Serie para detener la transferencia de datos desde el medidor a la PC).

Los ocho botones de la mitad izquierda de la interfaz EM721-PC se corresponden con los botones de la interfaz en el medidor, respectivamente. Puede utilizar estos botones de la interfaz de la misma manera que los botones en el medidor, pero el botón "REL" (Relativo) en la interfaz no puede utilizarse para activar o desactivar la función de comunicación mediante USB del medidor. Para activar o desactivar la función de comunicación mediante USB del medidor, mantenga presionado el botón "REL" (Relativo) en el medido durante 1 segundo. Además, el interruptor giratorio en la mitad izquierda de la interfaz no funciona y no se puede utilizar.



Este interruptor giratorio no funciona.

Las lecturas transferidas desde el medidor aparecerán en la tabla que se muestra aquí.



Explicaciones:

1. **Botón END/START (Detener/iniciar):** se utiliza para detener/iniciar la transferencia de datos.
2. **Botón COMSETTING (Configuración de comunicación):** se utiliza para mostrar la interfaz del Asistente para la Depuración de Puerto en Serie
3. **Recuadro "MIN":** muestra automáticamente la lectura mínima de todas las lecturas que aparecen en la tabla de la pestaña "Data Logging" (Registro de datos).
4. **Recuadro "MAX":** muestra automáticamente la lectura máxima de todas las lecturas que aparecen en la tabla de la pestaña "Data Logging" (Registro de datos).
5. **Recuadro "AVG":** muestra automáticamente la lectura promedio de todas las lecturas que aparecen en la tabla de la pestaña "Data Logging" (Registro de datos).
6. **Pestaña "Data Logging" (Registro de datos):** se utiliza para mostrar los datos transferidos en la tabla.
 - Botón "Clear" (Borrar):** se utiliza para borrar todos los datos detallados en la tabla de la pestaña "Data Logging" (Registro de datos).
 - Botón "Save" (Guardar):** se utiliza para guardar los datos que figuran en la tabla de la pestaña "Data Logging" (Registro de datos) como un archivo.

Recuadro de edición de rango de

campo "Data Len" (Longitud de datos): se utiliza para configurar el número máximo de registros que pueden mostrarse en la tabla de la pestaña "Data Logging" (Registro de datos).

7. **Pestaña "Draw Graph" (Dibujar gráfico):** se utiliza para mostrar el gráfico de las lecturas que se indican en la tabla de la pestaña "Data Logging" (Registro de datos).

Recuadro de la lista desplegable "unit" (Unidad): se utiliza para seleccionar una unidad deseada para el eje Y.

NOTA

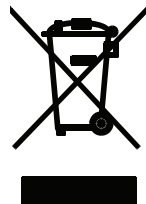
1. Este manual está sujeto a cambios sin previo aviso.
2. Nuestra compañía no se hará responsable por ninguna pérdida.
3. El contenido de este manual no se puede utilizar como motivos para utilizar el medidor para cualquier aplicación especial.

DESECHO DE ESTE ARTÍCULO

Estimado cliente:

Si en algún momento tiene la intención de deshacerse de este artículo, tenga en cuenta que muchos de sus componentes son materiales valiosos, que se pueden reciclar.

No lo arroje a la basura y consulte a su consejo local para conocer instalaciones de reciclaje en su área.





SERVICIO AL CLIENTE

En Mac Tools estamos comprometidos con nuestros clientes. Utilice el siguiente número de teléfono para un contacto directo con uno de nuestros técnicos de servicio al cliente. Nuestros técnicos estarán complacidos de responder cualquier pregunta sobre servicio o garantía que pueda tener sobre su multímetro digital.

**Mac Tools
505 North Cleveland Avenue
Suite 200
Westerville, Ohio 43082
800.MACTOOLS
MACTOOLS.COM**



Multimètre automobile

Manuel d'utilisation



EM721



⚠ AVERTISSEMENT

Afin de réduire le risque de blessure, veuillez lire et comprendre ces consignes de sécurité et instructions avant d'utiliser l'outil. Conservez ces instructions avec l'outil pour une consultation ultérieure. Si vous avez des questions, communiquez avec votre représentant ou votre distributeur **MAC TOOLS**.

EM721 Digital Multimeter

TABLE DES MATIÈRES

1. Consignes de sécurité	168
2. Introduction	171
3. Panneau avant	172
4. Comprendre l'affichage	178
5. Tests et mesures électriques de base	181
6. Mesures automobiles de base	190
7. Tests de diagnostic automobile de base	197
8. Tests des composants automobiles de base	222
9. Aperçu des tests des systèmes électriques automobiles	231
10. Caractéristiques	234
11. Spécifications générales	239
12. Entretien	240
13. Instructions pour le logiciel de communication multimètre - ordinateur	241

GARANTIE

Cet appareil est garanti pour être exempt de vices de matériau et de fabrication pendant une période d'un an. Notre obligation envers l'acheteur original se limite à la réparation ou au remplacement, à nos frais (excluant les frais d'expédition), d'un outil défectueux s'il est retourné par l'acheteur original dans un délai d'un an suivant la date d'achat. Tous les frais d'expédition devront être prépayés. **CETTE GARANTIE NE COUVRE PAS LES DÉFAUTS OU LES DOMMAGES À L'OUTIL** (i) après l'expiration de la période de garantie; (ii) résultant de la mauvaise utilisation ou d'une utilisation anormale; (iii) résultant d'un défaut d'entretien ou d'utilisation correcte de l'outil; ou (iv) résultant de toute réparation ou tout entretien effectué par tout intervenant autre que Mac Tools. Cette garantie ne couvre pas les consommables comme les piles et/ou les fusibles.

LIMITATION DE RESPONSABILITÉ

Ce manuel vous indique comment utiliser le compteur pour effectuer des tests de diagnostic et pour trouver les emplacements de possibles problèmes électroniques automobiles. Il ne vous dit pas comment corriger le problème. Une fois que vous avez trouvé un problème, consultez le manuel de réparation de votre voiture ou d'autres manuels fournissant des informations spécifiques nécessaires pour la réparation.

Toutes les informations, les illustrations, et les caractéristiques contenues dans ce manuel sont basées sur les dernières informations disponibles au moment de la publication. Nous nous réservons le droit à des modifications à tout moment sans préavis.

Limites de mesure :


Tension CC	0.1 mV à 1 000 V
Tension CA	0.001 V à 750 V
RÉGIME IP	30 à 9 000 tr/mn
RÉGIME IG	60 à 12 000 tr/mn
Courant CC (ampères)	0.1 μ A à 10 A
Courant CA (ampères)	0.1 μ A à 10 A
Résistance (ohm)	0.1 à 40 M Ω
Fréquence (Hertz)	0.5 Hz à 200 kHz
% Cycle de service	0 à 99.9 %
Came (degrés)	0° à 356.4°
Largeur d'impulsions (millisecondes)	0.1 ms à 1 999.9 ms
Température (en degrés Celsius/ Fahrenheit)	-40 °C à 1 370 °C (-40 °F à 2 498 °F)
Capacitance (Microfarads)	0.001 μ F à 999 μ F
Test de continuité	Bip sonore à < environ 40 Ω dans la plage 400 Ω

1. CONSIGNES DE SÉCURITÉ

Cet appareil a été conçu conformément à la norme CEI 61010 relative aux instruments de mesure avec une catégorie de mesure (catégorie III 1 000 V) et un degré de pollution 2.

AVERTISSEMENT

POUR ÉVITER TOUT CHOC ÉLECTRIQUE OU BLESSURE, SUIVEZ LES DIRECTIVES SUIVANTES :

- N'utilisez pas le compteur s'il est endommagé. Avant de l'utiliser, inspectez le boîtier. Portez une attention particulière à l'isolant qui entoure les connecteurs.
- Inspectez les câbles de test pour détecter des dommages à l'isolant ou du métal exposé. Vérifiez la continuité des câbles de test. Remplacez les câbles de test endommagés avant d'utiliser le compteur.
- N'utilisez pas le compteur si son fonctionnement est anormal. La protection peut être altérée. Dans le doute, faites réparer le compteur.
- Ne faites pas fonctionner le compteur à proximité de gaz explosifs (ou inflammables), de vapeurs ou de poussières.
- N'appliquez pas une tension nominale supérieure à celle indiquée sur l'appareil entre les bornes ou entre une borne et la terre.
- Avant l'utilisation, vérifiez le fonctionnement du compteur en mesurant une tension connue.
- Pour la réparation de cet outil, utilisez uniquement des pièces de rechange spécifiées.
- Faites preuve de prudence lorsque vous travaillez avec une tension supérieure à 30 V c.a. rms, 42 V en crête ou 60 V c.c.
- Ces tensions présentent un risque de décharge électrique.
- Lorsque vous utilisez les sondes, gardez vos doigts derrière les protège-doigts sur les sondes.
- Lors des branchements, branchez le câble de test commun avant de connecter le câble de test sous tension.
- Lorsque vous débranchez les câbles de test, débranchez le câble sous tension en premier.
- Retirez les câbles de test du compteur avant d'ouvrir le couvercle de la batterie ou le boîtier.
- Ne faites pas fonctionner le compteur si le couvercle de la batterie ou si des parties du boîtier sont enlevés ou desserrés.
- Pour éviter les fausses mesures, ce qui pourrait entraîner des blessures ou une décharge électrique, remplacez la pile dès que l'indicateur de pile faible apparaît ().
- N'utilisez pas le compteur d'une manière non spécifiée par ce manuel, car les dispositifs de sécurité fournis avec le compteur pourraient être altérés.
- Lors de la mesure du courant en utilisant les câbles de test, coupez l'alimentation du circuit avant d'y brancher le compteur. Rappelez-vous de placer le compteur en série avec le circuit.
- Pour éviter toute décharge électrique, ne touchez pas un conducteur dénudé avec la main ou la peau, et ne vous raccordez pas à la terre en utilisant le compteur.
- Respectez les codes de sécurité locaux et nationaux. Un équipement de protection individuelle doit être utilisé pour éviter les décharges électriques et les blessures causées par les arcs électriques là où des conducteurs sous tension sont exposés.
- Suivez les prescriptions et procédures de sécurité indiquées dans le manuel de l'utilisateur et le manuel d'entretien fourni par le fabricant du véhicule testé.
- Les gaz d'échappement contiennent du monoxyde de carbone qui est inodore, ralentit le temps de réaction, et peut provoquer des blessures graves. Lorsque vous testez le véhicule avec le moteur en marche, le test doit toujours être effectué dans une zone bien ventilée ou avec une évacuation des gaz d'échappement vers l'extérieur du bâtiment.
- Mettez le frein de stationnement et bloquez les roues avant de tester et réparer le véhicule, à moins d'instructions préalables contraires. Il est particulièrement important de bloquer les roues sur les véhicules à traction avant : le frein de stationnement ne maintient pas les roues motrices. Le système d'allumage ou de carburant doit être désactivé lors des tests du système de démarrage.
- Portez toujours des lunettes de protection lorsque vous travaillez à proximité des batteries.

- Ne fumez pas et ne laissez pas de flammes nues ou étincelles dans la zone de travail. Les fumées et gaz de carburant produits par la batterie sont très explosifs
Gardez les cigarettes, étincelles et flammes nues loin des batteries en tout temps
- Pour éviter les blessures, ne touchez pas les objets chauds ou en mouvement. Gardez le corps et les vêtements loin des pièces chaudes ou en mouvement en tout temps
- Surtout en applications marines avec moteurs intérieurs ou intérieurs/hors-bord, assurez-vous que la zone de travail est bien aérée. Utilisez le ventilateur de cale pendant au moins quatre minutes avant de démarrer le moteur ou de raccorder les câbles de test
- Évitez toujours de travailler seul
- N'utilisez pas le compteur si le compteur ou votre main est humide
- Autre danger : lorsqu'une borne d'entrée est reliée à un potentiel dangereux, il est à noter que ce potentiel peut se produire à toutes les autres bornes
- **Catégorie III** - La catégorie de mesure III est pour les mesures effectuées dans l'installation du bâtiment. Par exemple les mesures sur les tableaux de distribution, disjoncteurs, câblage, y compris les câbles, bus barres, boîtiers de jonction, interrupteurs, prises dans les installations fixes, et appareils pour une utilisation industrielle et d'autres équipements, par exemple, les moteurs stationnaires avec une connexion permanente à l'installation fixe. N'utilisez pas le compteur pour des mesures de catégorie IV



MISE EN GARDE

POUR ÉVITER TOUT DOMMAGE AU COMPTEUR OU À L'ÉQUIPEMENT CONTRÔLÉ, SUIVEZ CES INSTRUCTIONS :

- Débranchez le circuit électrique et déchargez entièrement tous les condensateurs avant de tester la résistance, la diode, le condensateur, la température et la continuité
- Utilisez les bornes appropriées (fonction et plage) pour prendre vos mesures
- Avant de mesurer le courant, vérifiez les fusibles du compteur et coupez l'alimentation au circuit avant de connecter l'appareil au circuit
- Avant de tourner le commutateur rotatif pour changer les fonctions, débranchez les câbles de test du circuit testé

Symboles



Courant alternatif



Courant continu



Courant continu et alternatif



Mise en garde, risque de danger, consultez le manuel d'utilisation avant d'utiliser l'appareil



Mise en garde, risque de choc électrique



Borne de mise à la terre



Fusible



Conforme aux directives de l'Union Européenne



Cet équipement est protégé par une double isolation ou une isolation renforcée

2. INTRODUCTION

Le compteur est un multimètre automobile portable alimenté par pile. C'est un outil de test très utile.

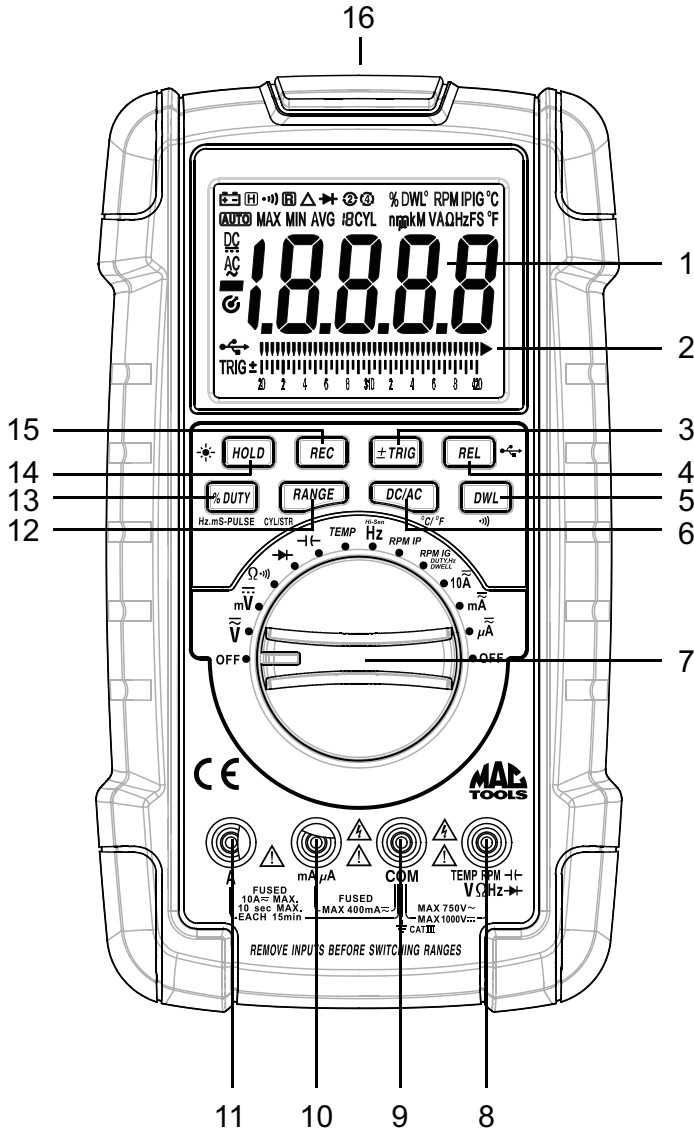
Ce manuel vous indique comment utiliser ce compteur. Il faut aussi un guide qui fournit des informations techniques pour le véhicule que vous souhaitez tester. Les ressources d'informations les plus importantes sont les manuels d'entretien et de réparation du véhicule, qui peuvent généralement être achetés auprès des distributeurs automobiles. Ils sont également disponibles dans un certain nombre de maisons d'édition qui se spécialisent dans les manuels d'informations techniques pour les garages indépendants.

Le présent manuel devrait être utilisé comme guide pour faire un premier dépannage. Votre véritable apprentissage se fera grâce à l'expérience. À mesure que vous gagnerez de l'expérience dans l'utilisation de ce multimètre automobile pour le dépannage, vous allez rapidement savoir comment certains symptômes électriques peuvent concerner différents problèmes de maniabilité.

Fonctions du compteur

- Mesure précise des impulsions et fréquences, avec 20 000 comptes sur l'affichage haute résolution 4 000 points
- Le graphique à barres analogique à haute vitesse 41 segments se met à jour 20 fois par seconde - pour une précision en temps réel presque sans délais
- Tests électroniques automobiles précis et mesures avancées avec tension CC/CA, courant CC/CA, résistance, etc.
- Lecture directe de la came sans utiliser le tableau de conversion du cycle de service à came lors des tests d'injection électronique de carburant, de carburateurs de retour et de circuits d'allumage
- Mesure de régime pour moteurs automobiles avec 1 à 12 cylindres à l'aide des câbles de test ou du capteur inductif
- Fonction de largeur d'impulsions mS pour tester la période de marche des injecteurs de carburant sur les types PFI (injection port de carburant) et TBI (injection boîtier papillon)
- Pour des mesures précises de régime, de came, de cycle de service et de largeur d'impulsions mS des injecteurs, le compteur comporte sept niveaux de déclencheurs + / - réglables pour 1 à 12 cylindres, soit 2 - 4 temps pour hors-bord, motocyclettes, et moteurs classiques
- Mesure de température jusqu'à 1 370 °C (2 498 °F) pour catalyseurs, ventilation, etc.
- Mesure de capacitance et de fréquence non automobile
- Affichage rétro-éclairé
- Communication USB

3. PANNEAU AVANT



1. Affichage numérique

Les valeurs numériques sont affichées sur un affichage à 4 000 points avec indication de polarité et placement automatique des points décimaux. Lorsque le compteur est activé, tous les segments et symboles apparaissent brièvement sur l'affichage pendant un test automatique.

2. Graphique à barres analogique

Le graphique à barres fournit une représentation analogique des mesures et des mises à jour 20 fois par seconde. Le graphique à barres 2 × 41 segments s'illumine de gauche à droite à mesure que les entrées augmentent. Le graphique à barres est plus facile à lire si les données provoquent un changement rapide de l'affichage numérique. Il est également utile pour des données de tendance ou de direction. Le graphique à barres indique également le niveau de déclenchement.








3. Bouton « ±TRIG »

Ce bouton « ±TRIG » peut être utilisé pour basculer entre la pente de déclenchement négative (-) et positive (+) et régler le niveau de déclencheur.

Lorsque le compteur est en fonction de mesure régime, cycle de service, largeur d'impulsions, fréquence (hertz automobiles) ou came, maintenez le bouton « ±TRIG » pendant une seconde pour basculer entre la pente de déclenchement négative (-) et positive (+). La pente est indiquée par le signe + ou - à côté de « TRIG » dans le coin inférieur gauche de l'écran.

La mesure par défaut est la pente de déclenchement négative (-). Une fois que la pente est sélectionnée, appuyez sur le bouton « ±TRIG » de manière répétée pour régler le niveau de déclenchement si la lecture du compteur est trop élevée ou instable.

Le réglage du niveau de déclenchement comporte sept étapes. Appuyez sur le bouton « ±TRIG » pour sélectionner un bon niveau de déclencheur une étape à la fois.

ÉTAPE DE DÉCLENCHEUR	Niveau de tension (régime, cycle de service, mS, Hz (automobile), came)	Niveau de déclenchement approximatif indiqué par le graphique à barres
+4	+8.2 V	
+3	+6.8 V	
+2	+3.2 V	
+1	+1.4 V	
-1	-1.4 V	
-2	-3.2 V	
-3	-6.8 V	

4. Bouton « REL »



Pour entrer ou sortir du mode relatif ainsi que pour allumer ou éteindre la fonction de communication USB.

Appuyez sur ce bouton « **REL** » pour entrer dans le mode relatif. Le compteur stocke la lecture actuelle comme référence pour des mesures ultérieures. « Δ » apparaît comme un indicateur du mode relatif, et l'affichage indique zéro.

En mode relatif, lorsque vous effectuez une nouvelle mesure, l'affichage affiche la différence entre la référence et la nouvelle mesure.

Pour quitter le mode relatif, appuyez simplement sur le bouton « **REL** » de nouveau. « Δ » disparaît.

- Remarque :**
- Le compteur entre en mode plage manuelle lorsque vous entrez en mode relatif
 - Lorsque vous utilisez le mode relatif, la valeur réelle de l'objet testé ne doit pas dépasser la lecture en plage complète de la plage sélectionnée. Utilisez une plus grande plage de mesure si nécessaire
 - Le mode relatif n'est pas disponible en fonctions de test de diode et de continuité

Appuyez et maintenez le bouton « **REL** » pendant 1 seconde pour activer la fonction communication USB, «  » apparaît sur l'affichage comme indicateur. Pour désactiver la fonction de communication USB, appuyez et maintenez le bouton « **REL** » pendant 1 seconde de nouveau. «  » disparaît.

5. Bouton « DWL »

Le bouton « **DWL** » peut être utilisé pour sélectionner la fonction de mesure de came ou permuter entre les fonctions de test de résistance et de continuité.

Lorsque l'appareil est en fonction régime IG, vous pouvez appuyer sur le bouton « **DWL** » pour sélectionner le mode de mesure de came; « **DWL**° » apparaît sur l'affichage comme indication. La came est le nombre de degrés de rotation du distributeur lorsque les points restent fermés. La came peut être mesurée de 1 à 12 cylindres. La conversion entre cycle de service et came peut être obtenue en utilisant la formule suivante :

$$\% \text{ Cycle de service} = \frac{\text{Came (en degrés)} \times \text{Nombre de cylindres} \times 100 \%}{360 \text{ degrés}}$$
$$\text{Came} = \frac{360 \text{ degrés}}{\text{Nombre de cylindres}} \times \frac{\% \text{ Cycle de service}}{100 \%}$$

Quand l'appareil est en fonction came, vous pouvez appuyer sur le bouton « **DWL** » de nouveau ou le bouton « **% DUTY** » pour retourner à la fonction dans laquelle était le compteur avant la fonction came.

Si le commutateur rotatif est dans la position « Ω » , vous pouvez appuyer sur le bouton « **DWL** » pour permuter entre les fonctions de test de résistance et de continuité. Un test de continuité peut servir à vérifier que vous avez un circuit fermé. La fonction de continuité détecte les circuits ouverts et les courts-circuits jusqu'à 100 millisecondes. Dans la plage 400 Ω , une résistance inférieure à environ 40 Ω déclenche le signal sonore intégré. Cela peut être une aide précieuse lors de la recherche pour un dépannage de pannes intermittentes liées aux raccords, câbles, relais, interrupteurs, etc.

6. Bouton « CC/CA »

Pour permuter entre les fonctions CC et CA ou entre °C et °F.

Si le commutateur rotatif est en position « \bar{V} », « $10\bar{A}$ », « $m\bar{A}$ » ou « $\mu\bar{A}$ », vous pouvez appuyer sur le bouton « **CC/CA** » pour permuter entre la fonction CA et CC; lorsque la fonction CA est sélectionnée, « \bar{A} » apparaît sur l'affichage comme indication; lorsque la fonction CC est sélectionnée, « \bar{DC} » apparaît sur l'affichage comme indication.

Vous pouvez appuyer sur le bouton « **CC/CA** » pour permuter entre °C et °F lorsque le commutateur rotatif est dans la position « **TEMP** ». Lorsque la mesure de température Celsius est sélectionnée, « °C » apparaît sur l'afficheur comme indication; et lorsque la mesure de température Fahrenheit est sélectionnée, « °F » apparaît sur l'affichage comme indication.

7. Commutateur rotatif

Les fonctions suivantes sont sélectionnées en réglant le commutateur rotatif :

Position du commutateur	Fonction
\bar{V}	Tension CC/CA
$m\bar{V}$	Millivolts CC seulement
Ω)	Test de résistance/continuité (ohm)
$\rightarrow+$	Test de diodes
$\leftarrow-$	Capacitance (Microfarads)
TEMP	Température (en degrés Celsius/Fahrenheit)
$\frac{Hz}{N \times 1000}$	Mesure de fréquence (fréquence non automobile) (Hz)
RPM IP	Mesure de régime sur moteurs 2 ou 4 temps avec un capteur inductif sur un fil de bougie d'allumage
RPM IG DUTY, Hz DWELL	Mesure de régime sur moteurs de 1 à 12 cylindres à l'aide de câbles de test sur le côté primaire de la bobine d'allumage et mesure de cycle de service, largeur d'impulsions, Hz (automobiles) et came
$10\bar{A}$	Courant (ampères) CC/CA
$m\bar{A}$	Courant (milliampères) CC/CA
$\mu\bar{A}$	Courant (microampères) CC/CA
OFF	Permet de désactiver le compteur

8. Borne « $\frac{TEMP \text{ RPM } \leftarrow+}{V \Omega Hz \rightarrow+}$ »

Borne d'entrée des mesures de tension, résistance, continuité, régime, diode, fréquence, capacitance, température, cycle de service, largeur d'impulsions et came.

9. Borne « COM »

Borne commune (retour) pour toutes les mesures.

10. Borne « mA μ A »

Borne d'entrée pour les mesures de courant < 400 mA.

11. Borne « A »

Borne d'entrée pour les mesures de courant entre 400 mA et 10 A.

12. Bouton « RANGE » (plage)

Ce bouton « **RANGE** » peut être utilisé pour :

- Basculer entre le mode plage automatique et plage manuelle ainsi que pour sélectionner la plage souhaitée manuellement
- Sélectionner le nombre de cylindres (1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, ou 12) correspondant au moteur quand le compteur est en fonction régime IG ou came
- Basculer entre les moteurs 2 temps (ou 4 temps avec allumage sans distribution) et 4 temps lorsque le compteur est en mode régime IP

Dans une fonction qui comporte le mode plage automatique et le mode plage manuelle, le mode par défaut du compteur est plage automatique et « **AUTO** » apparaît sur l'affichage comme indication. Vous pouvez appuyer sur le bouton « **RANGE** » pour entrer en mode plage manuelle, « **AUTO** » disparaîtra et le compteur restera dans la plage actuelle.

En mode plage manuelle, vous pouvez appuyer sur le bouton « **RANGE** » pour sélectionner la plage supérieure. Après la plage la plus haute, le compteur repart sur la plage la plus basse. Pour quitter le mode plage manuelle et retourner au mode plage automatique, appuyez et maintenez enfoncé le bouton « **RANGE** » pendant 1 seconde; « **AUTO** » apparaît sur l'affichage comme indication.

Choisissez toujours une plage supérieure à la tension ou au courant attendus. Puis sélectionnez une plage inférieure s'il vous faut plus de précision. Si la plage est trop grande, la lecture est moins précise. Si la plage est trop faible, le compteur indique « **OFL** » comme indication de surcharge.

Quand l'appareil est en fonction régime IG ou came, appuyez sur le bouton « **RANGE** » pour basculer entre 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12 cylindres. Le nombre de cylindres sélectionné est indiqué par le numéro précédant CYL sur l'affichage.

Lorsque le compteur est en fonction régime IP, appuyez sur le bouton « **RANGE** » pour basculer entre les moteurs 2 temps (ou 4 temps avec allumage sans distribution) et moteurs 4 temps; le nombre sélectionné de cycles (ou temps) est indiqué par le symbole correspondant (« **2** » ou « **4** »).

13. Bouton « % DUTY »

Lorsque l'appareil est en fonction régime IG, appuyez sur le bouton « **% DUTY** » pour mesurer le cycle de service (ou le facteur de service) en pourcentage; une lecture % s'affiche. Le cycle de service est le pourcentage de temps dans lequel un signal est supérieur ou inférieur à un niveau de déclencheur pendant un cycle.

Pour sélectionner la fonction largeur d'impulsions, appuyez sur le bouton « **% DUTY** » de nouveau; une lecture mS s'affiche. La largeur d'impulsions est la longueur de temps pendant lequel un servomoteur est alimenté. Par exemple, les injecteurs de carburant sont activés par une impulsion électronique du module de commandes du moteur. Cette impulsion génère un champ magnétique qui entraîne l'ouverture de la vanne de la buse de l'injecteur. L'impulsion se termine et la buse de l'injecteur se ferme. Cet intervalle ouvert-fermé est la largeur d'impulsions et est mesuré en millisecondes (mS)

Pour sélectionner la fonction de fréquence, appuyez sur le bouton « **% DUTY** » de nouveau; une lecture Hz s'affiche. La fréquence est le nombre de cycles qu'un signal termine chaque seconde.

Vous pouvez parcourir le régime, le cycle de service, la largeur d'impulsions et la fréquence en appuyant sur le bouton « **% DUTY** ».

Si le commutateur rotatif est en position « *régime IG* », vous pouvez appuyer sur le bouton « **DWL** » pour sélectionner la fonction de mesure de came; « **DWL**^o » apparaît sur l'affichage comme indication de la fonction de mesure de came.

En fonction de mesure de came, vous pouvez appuyer sur le bouton « **DWL** » de nouveau ou le bouton « **% DUTY** » pour revenir à la fonction précédente à partir de laquelle le compteur est passé en mode de mesure de came.

14. Bouton « **HOLD** » (maintien)

Pour entrer ou sortir du mode de maintien ainsi que pour allumer ou éteindre le rétroéclairage.

Appuyez sur le bouton « **HOLD** » pour entrer le mode de maintien. « **H** » apparaît sur l'affichage comme indication et le compteur maintient la lecture actuelle sur l'affichage. Dans le mode de maintien, dès que le compteur détecte une nouvelle lecture stable, le compteur émet un bip et affiche la nouvelle lecture stable. Pour quitter le mode maintien, appuyez sur le bouton « **HOLD** » de nouveau. « **H** » disparaît.

Remarque : lorsque le compteur est en mode enregistrement ou relatif, la fonction de maintien bloque simplement la lecture actuelle et ne met pas à jour l'affichage avec la nouvelle lecture stable.

Pour mettre en marche ou éteindre le rétroéclairage, appuyez et maintenez le bouton « **HOLD** » pendant 1 seconde.

15. Bouton « **REC** »

Appuyez sur le bouton « **REC** » pour entrer en mode Enregistrement, « **R** » apparaît sur l'affichage comme indication. (Le compteur va quitter le mode plage automatique et rester dans la plage actuelle en entrant dans le mode enregistrement.) Cette fonction vous permet d'enregistrer les valeurs maximales, minimales, et moyennes pour une série de mesures de la même fonction et plage. Cet appareil émet un bip chaque fois qu'une nouvelle valeur maximum ou minimum est enregistrée. Appuyez sur le bouton « **REC** » pour faire défiler les valeurs maximales, minimales, et moyennes stockées. Si une surcharge est captée, un signal sonore est émis et le compteur affiche « **OFL** » comme indication de surcharge. Le compteur ne peut enregistrer que 24 heures dans ce mode.


Remarque : En fonction de diode ou de continuité, le mode enregistrement n'est pas disponible.

16. Port USB

Coupure automatique

Si le commutateur rotatif est en position \bar{v} , le compteur s'éteint automatiquement si vous ne l'avez pas utilisé pendant environ 30 minutes (1 heure en mode enregistrement) si la tension d'entrée est de moins de 1 V.

Si le commutateur rotatif est dans une autre position, le compteur s'éteint automatiquement si vous ne l'avez pas utilisé pendant environ 30 minutes (1 heure en mode enregistrement).

Environ 30 secondes avant que le compteur ne s'éteigne automatiquement, le symbole «  » commence à clignoter pour vous rappeler que le compteur va s'éteindre.

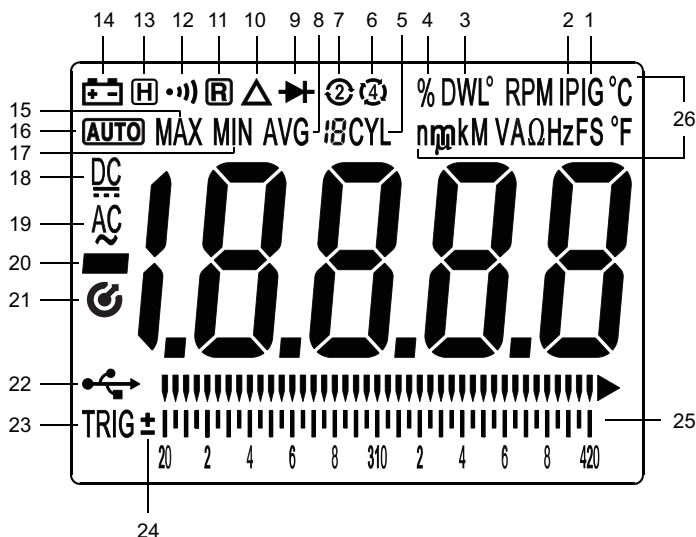
Pour rallumer le compteur, réglez d'abord le commutateur rotatif en position **OFF** puis mettez-le à la position voulue.









Pour désactiver la fonction de coupure automatique, allumez le compteur tout en appuyant sur le bouton « **HOLD** ».

Utilisation du capteur inductif

Le compteur est livré avec un capteur inductif. Le capteur inductif prend le champ magnétique généré par le courant dans le fil de la bougie et le convertit en une impulsion qui déclenche la mesure de régime du compteur.




4. COMPRENDRE L'AFFICHAGE




1. **RPM IG.** Affiché lorsque le mode régime IG est sélectionné. Dans ce mode, les tours par minute des moteurs de 1 à 12 cylindres peuvent être mesurés en utilisant les câbles de test du côté primaire de la bobine d'allumage.
2. **RPM IP.** Affiché lorsque le mode régime IP est sélectionné. Dans ce mode, les tours par minute des moteurs de 2 à 4 temps peuvent être mesurés en utilisant le capteur inductif sur un câble de bougie d'allumage.
3. **DWL°.** Affiché lorsque le mode came est sélectionné.
4. **%.** Affiché lorsque le mode cycle de service est sélectionné.
5. **IBCYL.** Affiché lorsqu'un certain nombre de cylindres est sélectionné en mode régime IG ou came. Appuyez sur le bouton « RANGE » pour basculer entre 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12 cylindres.
6.  Affiché lorsque les moteurs 4 temps sont sélectionnés en mode régime IP. Appuyez sur le bouton « RANGE » pour basculer entre les moteurs 2 et 4 temps.
7.  Affiché lorsque les moteurs 2 temps sont sélectionnés en mode régime IP. Appuyez sur le bouton « RANGE » pour basculer entre les moteurs 2 et 4 temps.
8. **AVG.** Indique que la valeur affichée est la moyenne de toutes les valeurs relevées depuis l'entrée en mode enregistrement.
9.  Affiché lorsque le test de diode est sélectionné.
10.  Affiché lorsque le mode relatif est actif.
11.  Affiché lorsque le mode enregistrement est actif.
12.  Affiché lorsque le test de continuité est sélectionné.
13.  Affiché lorsque le mode maintien est actif.
14.  Affiché quand la batterie est faible.

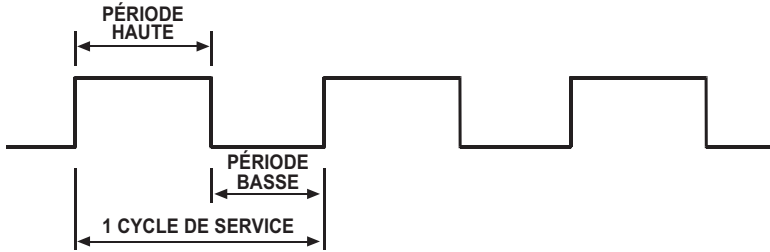
AVERTISSEMENT

POUR ÉVITER LES FAUSSES MESURES, CE QUI POURRAIT ENTRAÎNER DES BLESSURES OU UNE DÉCHARGE ÉLECTRIQUE, REMPLACEZ LA PILE DÈS QUE L'INDICATEUR DE PILE FAIBLE APPARAÎT.

15. **MAX.** Indique que la valeur affichée est la valeur maximale relevée depuis l'entrée en mode enregistrement.
16. **AUTO** Affiché lorsque le mode plage automatique est actif.
17. **MIN.** Indique que la valeur affichée est la valeur minimale relevée depuis l'entrée en mode enregistrement.
18. **DC** Affiché lorsque la fonction de mesure CC est sélectionnée.
19. **AC** Affiché lorsque la fonction de mesure CA est sélectionnée.
20.  Indique les lectures négatives. En mode relatif, ce signe indique que l'entrée actuelle est inférieure à la référence stockée.
21.  Indique que la fonction de coupure automatique a été activée.
22.  Indique que la fonction de communication USB a été activée.
23. **TRIG.** Affiché lorsqu'une pente de déclenchement + ou - est sélectionnée quand le compteur est en mode régime IP ou régime IG (Cycle de service, largeur d'impulsions, Hz ou came). Par défaut, le compteur est à la pente de déclenchement - (négative). Appuyez sur le bouton « ± TRIG » pendant 1 seconde pour basculer entre la pente de déclenchement négative (-) et positive (+). Affiché également lorsque le graphique à barres indique le niveau de déclenchement.

24.  Indique la polarité de l'entrée.

Indique également une pente de déclenchement - (négative) ou + (positive) lorsqu'une pente de déclenchement est sélectionnée.



Choisissez une pente négative (-) pour mesurer une période basse (-) ou une pente négative (+) pour mesurer une période élevée (+). Par exemple, lors de la mesure du cycle de service du solénoïde de contrôle de mélange, la période basse (-) est la période de marche le plus souvent.

25. **ÉCHELLE D’AFFICHAGE ANALOGIQUE.** Affichée avec les pointeurs analogiques 41 positions.

26. Les symboles suivants indiquent l'unité de la valeur affichée :

DWL°	Le nombre de degrés de rotation du distributeur lorsque les points restent fermés, mesuré pour 1 à 12 cylindres
%	Pourcentage, pour la mesure du cycle de service
°C/°F	Mesure de la température en degrés Celsius ou Fahrenheit
Ω	Ohms
kΩ	Kilohms (1×10^3 ohms)
MΩ	Megohms (1×10^6 ohms)
Hz	Hertz (1 cycle/sec)
kHz	Kilohertz (1×10^3 cycles/sec)
V	Volts
mV	Millivolts (1×10^{-3} Volts)
A	Ampères (A)
mA	Milliampères (1×10^{-3} A)
μA	Microampères (1×10^{-6} A)
μF	Microfarads (1×10^{-6} Farads)
mS	Millisecondes (1×10^{-3} secondes)

5. TESTS ET MESURES ÉLECTRIQUES DE BASE

L'un des outils de diagnostic électrique les plus communs est un multimètre numérique (DMM). Un DMM est tout simplement un étalon électronique pour les mesures électriques.

Les DMM ont plusieurs fonctions et caractéristiques spéciales, mais leur usage le plus courant est pour mesurer la tension, le courant, et la résistance. Un multimètre automobile tel que celui-ci peut aussi mesurer la fréquence, le régime, le cycle de service, la came, la largeur d'impulsions, la température, la capacitance, et même l'état des diodes.

Généralités pour effectuer des mesures

- **Précision**

Une plage de mesure détermine le montant le plus élevé que le compteur peut mesurer. La plupart des fonctions du compteur ont plus d'une plage. Lors de la prise de mesure, il est très important que vous soyez dans la bonne plage de mesure. La sélection d'une plage plus basse déplace le point décimal d'un point vers la gauche et augmente la précision des lectures. Lorsque l'écran indique OFL (surcharge), la plage est trop basse; sélectionnez la plage supérieure.

- **Graphique à barres analogique**

Le graphique à barres est utile pour des données de tendance ou de direction. Il est plus facile à lire si les données provoquent un changement rapide de l'affichage numérique.

- **Disjoncteur de sécurité**

Lors de la mesure de la tension, assurez-vous que le câble de test rouge est raccordé à la prise d'entrée « $\overset{\text{TEMP RPM -1-}}{\text{V}\Omega\text{Hz}\rightarrow}$ »; si le câble de test rouge est raccordé à la prise « A » ou « mA μ A », vous pourriez être blessé ou le compteur endommagé. Lors de la mesure de courant, ne raccordez pas le câble de test rouge à la prise « $\overset{\text{TEMP RPM -1-}}{\text{V}\Omega\text{Hz}\rightarrow}$ ». Les disjoncteurs de sécurité du compteur servent à empêcher tout mauvais raccordement d'entrée sur la borne.

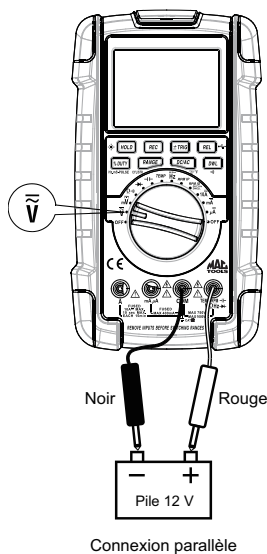
Mesures de tension

Les mesures de tension sont des tests dynamiques qui mesurent la tension à travers un circuit ou composant alimenté. Les mesures de tension s'effectuent avec les câbles de test connectés à travers l'élément de circuit sous test.

AVERTISSEMENT

POUR ÉVITER DES DOMMAGES À L'INSTRUMENT ET DES DÉCHARGES ÉLECTRIQUES, LA TENSION D'ENTRÉE NE DOIT PAS DÉPASSER 1 000 V CC OU 750 V CA RMS. N'ESSAYEZ PAS DE MESURER UNE TENSION INCONNUE SUSCEPTIBLE DE DÉPASSER 1 000 V CC OU 750 V CA RMS.

REMARQUE : lors d'une mesure de tension, ce compteur doit être raccordé en parallèle avec le circuit ou l'élément de circuit sous test.



Configuration du compteur afin de mesurer la tension :

- Réglez le commutateur rotatif sur le mode tension (\bar{V} ou $m\bar{V}$). (Le réglage $m\bar{V}$ est réservé à la mesure de millivolts CC.)
- Appuyez sur le bouton « **DC/AC** » pour sélectionner la mesure de tension CA ou CC, l'écran affiche le symbole correspondant
- Insérez le câble noir dans la prise « **COM** »
- Insérez le câble rouge dans la prise « **VΩHz** »

Branchez :

La sonde noire au circuit négatif (-) ou à la terre.

La sonde rouge au circuit provenant de la source d'alimentation.

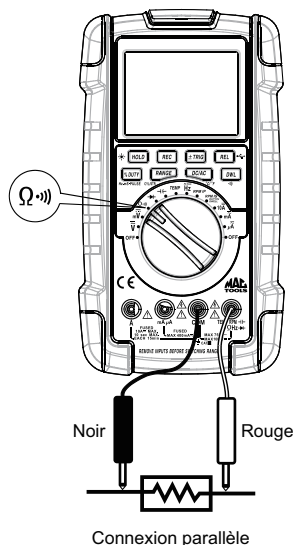
Mesures de résistance

La résistance est une mesure statique, ce qui signifie qu'elle doit être mesurée hors tension. Elle est mesurée en ohms (Ω) et les valeurs peuvent varier énormément de quelques milliohms ($m\Omega$) pour la résistance de contact à plusieurs milliards d'ohms pour les isolateurs.

⚠ AVERTISSEMENT

COUPEZ L'ALIMENTATION ET DÉCHARGEZ TOUTS LES CONDENSATEURS DU CIRCUIT À TESTER AVANT DE FAIRE DES MESURES DE RÉSISTANCE DANS LE CIRCUIT. UNE MESURE PRÉCISE EST IMPOSSIBLE SI UNE TENSION EXTERNE OU RÉSIDUELLE EST PRÉSENTE.

REMARQUE : la résistance dans les sondes test peut affecter la précision dans la plage 400. Court-circuitez les sondes ensemble et appuyez sur le bouton « **REL** » pour soustraire la résistance des câbles de test de la mesure.



Configuration du compteur pour mesurer la résistance :

- Réglez le commutateur rotatif sur Ω . Le compteur se met en fonction de mesure de la résistance par défaut
- Si vous souhaitez une mesure plus précise, sélectionnez la plage de résistance appropriée en appuyant sur le bouton « **RANGE** »
- Insérez le câble noir dans la prise « **COM** »
- Insérez le câble rouge dans la prise « **VΩHz** »

Branchez :

- Les sondes d'essai dans la résistance ou le circuit à tester

Précision :

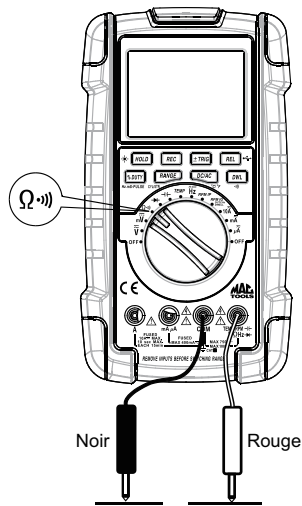
Les lectures changeant rapidement (bruit) peuvent parfois être supprimées si vous passez à une plage supérieure. Vous pouvez aussi lisser légèrement le bruit en utilisant la fonction de moyenne (AVG) fournie par la fonction enregistrement.

Test de continuité

Un test de continuité est un test statique (circuit hors tension) qui vous permet de faire rapidement et facilement la différence entre un circuit ouvert et un circuit fermé. Lorsque le lecteur détecte un circuit fermé ou court, il émet un bip pour que vous n'ayez pas à regarder le compteur lors du test. Cela peut être une aide précieuse au dépannage pour déterminer les fusibles ou liens bons ou grillés, les fils ou conducteurs ouverts ou en court-circuit, le fonctionnement des interrupteurs, et ainsi de suite. C'est aussi utile pour le dépannage dans des endroits où il est difficile de regarder la lecture à tout moment.

REMARQUE : coupez l'alimentation du circuit à tester.

Un bip sonore ne signifie pas nécessairement une résistance zéro.



CIRCUIT OUVERT - PAS DE BIP

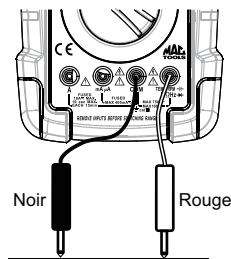
Configuration du compteur pour tester la continuité du circuit :

- Réglez le commutateur rotatif sur Ω (diode symbol)
- Appuyez sur le bouton « DWL » jusqu'à ce que « Ω » s'affiche à l'écran. Maintenant le compteur est en fonction test de continuité et la plage par défaut est de 400 Ω
- Insérez le câble noir dans la prise « COM »
- Insérez le câble rouge dans la prise « $V\Omega Hz$ »

Branchez :

- Les sondes de test dans le circuit à tester

Si le circuit est fermé (résistance < environ 40 Ω), l'appareil émet un bip. Si le circuit est ouvert (résistance > 150 Ω), aucun bip.

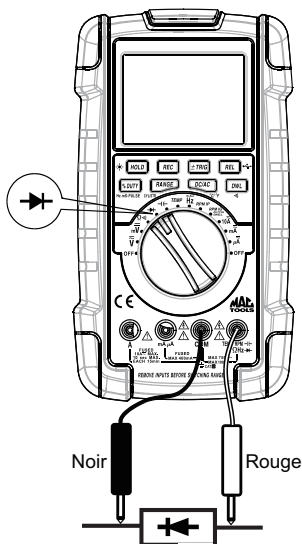


CIRCUIT FERMÉ - UN BIP RETENTIT


Test de diodes

Une diode fonctionne comme un interrupteur électronique pour laisser passer le courant dans une seule direction. Elle s'allume quand la tension dépasse un certain niveau, généralement supérieur à 0.3 V pour une diode de silicium. Le compteur dispose d'un mode de test de diode statique pour tester les diodes lorsque le circuit est hors tension. Les lectures d'une bonne diode seront habituellement supérieures à 0.3 V dans une seule direction, tout en indiquant un circuit ouvert dans l'autre direction.

REMARQUE : coupez l'alimentation du circuit à tester.



Configuration du compteur pour tester la diode :

- Réglez le commutateur rotatif sur 
- Insérez le câble noir dans la prise « **COM** »
- Insérez le câble rouge dans la prise « **VΩHz** »

Branchez :

- La sonde de test noire à la cathode de la diode
- La sonde de test rouge à l'anode de la diode

Si la diode est bonne, la lecture doit indiquer 0.3 V à 0.8 V sur l'affichage.

Inversez les sondes. L'affichage devrait afficher « **OFL** » si la diode est bonne.

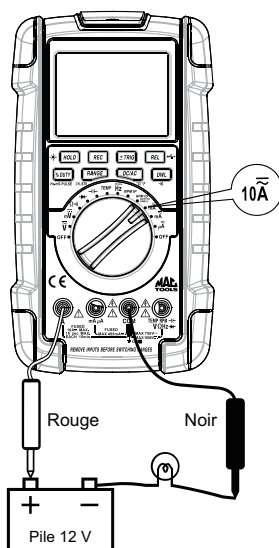
REMARQUE : une diode défectueuse peut afficher OFL (débordement) ou avoir la même lecture dans les deux directions, peu importe le raccordement des sondes de test.

Les mesures de courant sont des tests dynamiques qui mesurent le courant dans un circuit ou composant alimenté. Les mesures de courant sont réalisées avec des câbles de test connectés en série avec le circuit ou composant sous test.

MISE EN GARDE

POUR ÉVITER D'ENDOMMAGER LE COMPTEUR, NE MESUREZ PAS LES SOURCES DE COURANT AYANT UN CIRCUIT OUVERT D'UNE TENSION SUPÉRIEURE À 1 000 V CC OU 750 V CA.

REMARQUE : lorsque vous effectuez des mesures de courant, l'appareil doit être raccordé en série avec le circuit (ou élément de circuit) sous test. Pour éviter tout dommage au compteur ou à l'équipement contrôlé, Ne connectez jamais les sondes de test dans une source de tension lorsque le compteur est en fonction de mesure de courant.



Configuration du compteur pour mesurer le courant :

- Réglez le commutateur rotatif sur un mode de courant (10 \bar{A} , m \bar{A} , ou $\mu\bar{A}$)
- Appuyez sur le bouton « DC/AC » pour sélectionner la mesure de courant CA ou CC, l'écran affiche le symbole correspondant
- Insérez le câble noir dans la prise « COM »
- Si le courant à mesurer est compris entre 400 mA et 10 A, insérez le câble de test rouge sur la prise « A » . Si le courant est inférieur à 400 mA, insérez le câble de test rouge sur la prise « mA μ A » à la place
- Coupez l'alimentation du circuit à tester. Déchargez tous les condensateurs haute tension
- Interrompez le chemin du circuit à tester, pour créer un point où les sondes de test peuvent être connectées en série avec le circuit

Branchez :

- Les sondes de test en série avec le circuit à tester

Allumez l'alimentation du circuit, puis lisez l'affichage. Pour les mesures de courant continu, la polarité de la connexion du câble de test rouge sera indiquée également.

Remarque :

1. Si le câble de test rouge est connecté à la prise « **A** », l'interrupteur rotatif doit être réglé sur la position $10\vec{A}$. Si le câble de test rouge est connecté à la prise « **mA** $\mu\vec{A}$ », l'interrupteur rotatif doit être réglé sur la position $M\vec{A}$ ou $\mu\vec{A}$.
2. Si l'ampleur du courant à mesurer n'est pas connue au préalable, sélectionnez d'abord la plage la plus haute plage, puis réduisez une plage à la fois jusqu'à ce que la résolution appropriée soit obtenue.

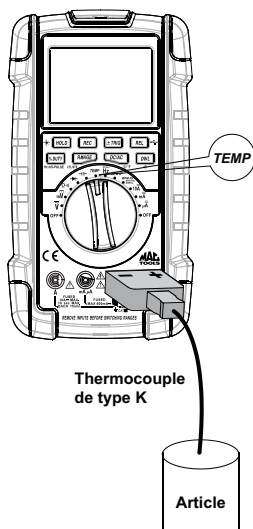
Mesures de température

Les mesures de température peuvent être effectuées de manière dynamique (sous tension) mais il faut veiller à ce que la sonde de température n'entre pas en contact avec des niveaux de tension qui peuvent endommager la sonde ou le compteur.

MISE EN GARDE

NE LAISSEZ PAS LES SONDES DE TEMPÉRATURE EN CONTACT AVEC UNE TENSION POUVANT DÉPASSER 30 V CA, 42 V EN CRÊTE OU 60 V CA. TENEZ LE COMPTEUR ÉLOIGNÉ DES SOURCES DE TRÈS HAUTE TEMPÉRATURE POUR ÉVITER LES DÉGÂTS.

REMARQUE : pour éviter d'endommager l'appareil ou d'autres équipements, rappelez-vous que bien que le compteur soit conçu pour des valeurs de $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ à $1\ 370\text{ }^{\circ}\text{C}$ et $-40\text{ }^{\circ}\text{F}$ à $2\ 498\text{ }^{\circ}\text{F}$, le thermocouple de type K fourni avec le compteur est évalué à $480\text{ }^{\circ}\text{C}$. Pour les températures hors de cette plage, utilisez un thermocouple avec des valeurs nominales plus élevées. Le thermocouple de type K fourni avec le compteur est un cadeau. Pour des mesures précises, utilisez un thermocouple de qualité professionnelle.



Configuration du compteur pour mesurer la température :

- Réglez le commutateur rotatif sur **TEMP**

Remarque : l'unité de mesure de température par défaut est le degré Celsius. Vous pouvez appuyer sur le bouton « **DC/AC** » pour permuter entre les mesures en Celsius et Fahrenheit si nécessaire.

- Insérez la fiche du thermocouple de type K dans les prises « **COM** » et « **TEMP.RPM -|+ VΩHz** » comme illustré, vérifiez que la polarité des connexions est correcte

Branchez :

- La pointe du thermocouple de type K sur la zone ou surface à mesurer

Lisez la lecture à l'écran.

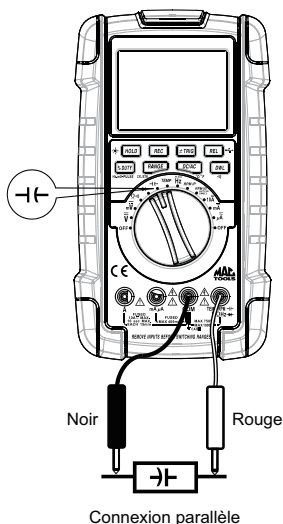
Mesures de capacitance (CAP)

Les mesures de capacitance vérifient l'état des condensateurs en état statique (hors tension) en microfarads (μF).

MISE EN GARDE

COUPEZ L'ALIMENTATION DU CIRCUIT À TESTER. DÉCHARGEZ ENTièrement LE CONDENSATEUR À TESTER EN COURT-CIRCUITANT LES FILS DU CONDENSATEUR ENSEMBLE. UTILISEZ LA FONCTION DE TENSION CC POUR CONFIRMER QUE LE CONDENSATEUR EST DÉCHARGÉ.

REMARQUE : dans la plage $1 \mu\text{F}$, les lectures peuvent être instables à cause du bruit électrique environnant et de la flottabilité des sondes de test. Donc, branchez le condensateur directement aux bornes d'entrée.



Configuration du compteur afin de mesurer la capacitance :

- Réglez le commutateur rotatif sur capacitance (←C←)
- Insérez le câble noir dans la prise « COM »
- Insérez le câble rouge dans la prise « $\overset{\text{TEMP 80W}}{\text{V}} \overset{\text{Hz}}{\text{MHz}} \rightarrow$ »

Branchez :

- Les sondes de test vers le condensateur. Lorsque vous mesurez des condensateurs polarisés, connectez la sonde rouge à l'anode du condensateur et la sonde noire à la cathode du condensateur

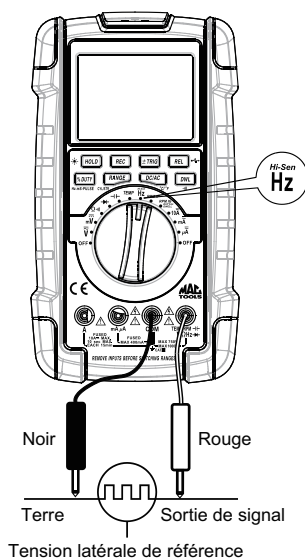
Attendez que la lecture se stabilise, puis lisez-la à l'écran.

Mesures de fréquence H-Sen (Hz)

Cet appareil dispose de deux modes de mesure de fréquence : le mode H-Sen (haute sensibilité - niveau de déclenchement d'environ 250 mV) pour le mode général de compteur de fréquence et le mode Hz ou régime IG pour les mesures automobiles.

En mode de compteur de fréquence H-Sen, le compteur se met en plage automatique sur l'une des quatre plages : 200 Hz, 2 000 Hz, 20 kHz, et 200 kHz.

Si le signal d'entrée est inférieur au niveau de déclencheur, les mesures de fréquence ne seront pas prises. Si vos mesures sont instables, le signal d'entrée peut être proche du niveau de déclencheur pour cette plage. Vous pouvez généralement corriger cela en sélectionner une plage inférieure avec le bouton « **RANGE** ». Si vos mesures semblent être un multiple de ce que vous voulez, votre signal d'entrée peut avoir une distorsion ou un bourdonnement, ce qui est commun aux signaux de commandes électroniques de moteur. Dans ce cas, utilisez le mode Hz ou régime IG pour obtenir des lectures correctes.



Configuration du compteur pour mesurer la fréquence :

- Réglez le commutateur rotatif sur le mode H-Sen Hz ^{Hi-Sen} (Hz)
- Insérez le câble noir dans la prise « COM »
- Insérez le câble rouge dans la prise « ^{TEMP 80W -1C} VΩHz → »

Branchez :

- La sonde de test noire à la terre
- La sonde de test rouge au câble de sortie signal de l'objet à tester

REMARQUE : l'écran affiche 0.00 Hz pour des fréquences inférieures à 0.5 Hz.

6. MESURES AUTOMOBILES DE BASE

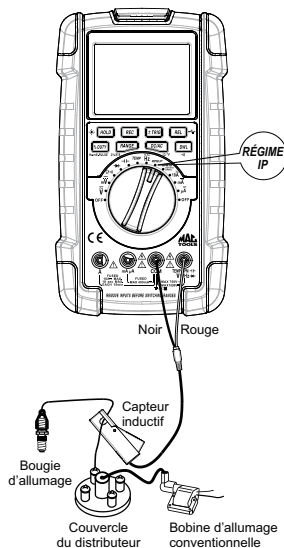
Mesures de régime avec le capteur inductif (mode régime IP)

Le régime (en tours par minute) peut être mesuré en mode régime IP à l'aide du capteur inductif (accessoire standard). Serrez le capteur inductif autour d'un fil de bougie; le capteur inductif convertit le champ magnétique généré par le passage du courant dans le fil de la bougie en une impulsion qui déclenche la mesure de régime du compteur.

Avec le capteur inductif, vous pouvez effectuer des mesures de régime sur n'importe quel moteur automobile 2 ou 4 temps avec n'importe quel nombre de cylindres sans vous raccorder physiquement à des points ou câbles de test.

AVERTISSEMENT

LE SYSTÈME D'ALLUMAGE CONSTITUE UN RISQUE DE DÉCHARGE ÉLECTRIQUE. ASSUREZ-VOUS QUE LE MOTEUR EST ÉTEINT AVANT DE BRANCHER OU DE RETIRER LE CAPTEUR INDUCTIF.



Configuration du compteur pour mesurer le régime :

- Réglez le commutateur rotatif sur régime IP (**Régime IP**)
- Appuyez sur le bouton « **RANGE** » pour sélectionner le moteur 2 ou 4 temps
- Insérez la fiche noire du capteur inductif dans la prise « **COM** » et la fiche rouge dans la prise « **TEMP RPM \pm V Ω Hz \leftrightarrow** »

Branchez le capteur inductif à un fil de bougie et démarrez le moteur. Si aucune lecture n'est reçue, décrochez le capteur, retournez-le, et connectez-le de nouveau. Si la lecture est instable ou trop haut, régler le niveau de déclenchement.

REMARQUE : éloignez le capteur du distributeur et du collecteur de sortie, mais aussi près que possible de la bougie. En cas d'absence de lecture ou de lecture irrégulière, commencez par inverser le capteur inductif; puis déplacez le capteur à un autre fil de bougie et testez à nouveau.

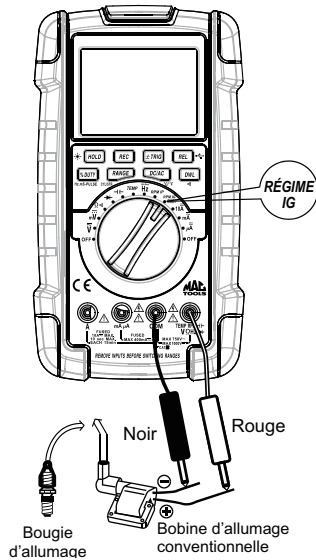
Mesures de régime avec les sondes de test (mode régime IG)

Le régime peut être mesuré en utilisant les sondes de test connectées au côté primaire d'une bobine d'allumage conventionnelle de type distributeur. Avant de mesurer le régime, vous devez déterminer si votre moteur est un moteur 2 ou 4 temps, ainsi que le nombre de cylindres.

Quand le régime IG est sélectionné pour la première fois, le compteur est réglé par défaut sur 4 temps et 4 cylindres de manière à ce que **RPM IG 4, 4CYL, TRIG**, et \pm apparaissent sur l'affichage. Si vous souhaitez sélectionner un nombre de cylindres différent, appuyez sur le bouton « **RANGE** » de manière répétée pour parcourir le nombre de cylindres entre 1 et 12 (sauf 7, 9 et 11). Le nombre de temps peut être modifié dans le mode régime IG; vous devez passer temporairement en mode régime IP, puis changer le nombre de temps en appuyant sur le bouton « **RANGE** », puis retourner en mode régime IG.

AVERTISSEMENT

LE SYSTÈME D'ALLUMAGE CONSTITUE UN RISQUE DE DÉCHARGE ÉLECTRIQUE. ASSUREZ-VOUS QUE LE MOTEUR EST ÉTEINT AVANT DE BRANCHER OU DE RETIRER LES SONDES DE TEST.



Configuration du compteur pour mesurer le régime :

- Réglez le commutateur rotatif sur régime IG (**Régime IG**)
- Si « régime IG » n'est pas présent sur l'affichage, appuyez sur le bouton « %DUTY » jusqu'à ce que « régime IG » s'affiche à l'écran
- Appuyez sur le bouton « RANGE » pour sélectionner le nombre de cylindres
- Insérez le câble noir dans la prise « COM »
- Insérez le câble rouge dans la prise « $\text{TEMP RPM} \leftarrow \text{V} \Omega \text{Hz} \rightarrow$ »

Branchez :

- La sonde de test noire sur une bonne terre près de la bobine
- La sonde de test rouge sur le côté primaire de la bobine d'allumage

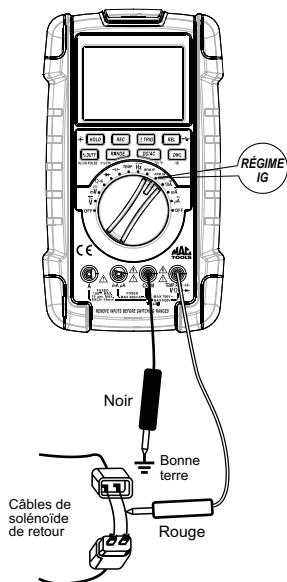
Démarrez le moteur et notez la lecture sur l'affichage tout en déplaçant le papillon.

Si la lecture est instable ou trop haut, réglez le niveau de déclenchement.

REMARQUE : consultez le manuel d'entretien de la voiture pour plus d'informations sur le nombre de temps et de cylindres de chaque moteur.

Mesure du cycle de service

Le cycle de service (ou facteur de service) est le pourcentage de temps dans lequel un signal est supérieur ou inférieur à un niveau de déclencheur pendant un cycle. Il y a beaucoup de signaux sur le véhicule pouvant nécessiter une mesure de cycle de service. Par exemple, les signaux de solénoïde de contrôle de mélange d'un carburateur de retour, les signaux des détecteurs de came ou de vilebrequin, et les signaux de contrôle pour les injecteurs de carburant. Cet exemple utilise le compteur pour mesurer le cycle de service du signal du solénoïde de contrôle de mélange d'un carburateur de retour.



Configuration du compteur pour mesurer le cycle de service :

- Réglez le commutateur rotatif sur régime IG (**Régime IG**)
- Appuyez sur le bouton « **%DUTY** » jusqu'à ce que « % » s'affiche à l'écran
- Insérez le câble noir dans la prise « **COM** »
- Insérez le câble rouge dans la prise « **TEMP RPM +/- V Ohm +/-** »

Branchez :

- Les câbles de raccordement entre le solénoïde de retour et le connecteur de faisceau
- La sonde de test noire sur une bonne terre près du carburateur ou du pôle négatif (-) de la batterie du véhicule
- La sonde de test rouge sur le signal de commande du solénoïde

Maintenez enfoncé le bouton « **±TRIG** » pendant 1 s pour basculer entre la pente négative (-) et positive (+).

Démarrez le moteur. Un cycle de 50 % doit être lu.

Si la lecture est instable et trop haut, réglez le niveau de déclenchement en appuyant sur le bouton « **±TRIG** » plusieurs fois.

Pour la plupart des voitures, les points du solénoïde sont fermés pour un cycle de service entre 50 % et 70 %.

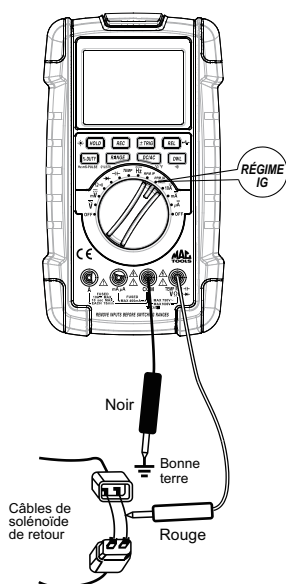
Une fois que le moteur se réchauffe et se met en boucle ouverte, le cycle de service devrait varier.

REMARQUE : consultez le manuel d'entretien de la voiture pour vérifier la pente de chacun des composants.

Mesure de largeur d'impulsions

La largeur d'impulsions est la longueur de temps pendant lequel un servomoteur est alimenté. Par exemple, les injecteurs de carburant sont activés par une impulsion électronique du Module de commandes du moteur (ECM). Cette impulsion génère un champ magnétique qui entraîne l'ouverture de la vanne de la buse de l'injecteur. L'impulsion se termine et la buse de l'injecteur se ferme. Cet intervalle ouvert-fermé est la largeur d'impulsions et est mesuré en millisecondes (mS).

Les applications automobiles de cette mesure comprennent le carburant, les solénoïdes de contrôle du mélange de carburant et le moteur de commande d'air au ralenti. L'exemple suivant montre comment mesurer la largeur d'impulsions sur les injecteurs de carburant.



Configuration du compteur afin de mesurer la largeur d'impulsions :

- Réglez le commutateur rotatif sur régime IG (*Régime IG*)
- Appuyez sur le bouton « %DUTY » jusqu'à ce que « mS » s'affiche à l'écran
- Maintenez enfoncé le bouton « ±TRIG » pendant 1 s jusqu'à ce que la pente négative (-) s'affiche

REMARQUE : la période de marche pour la plupart des injecteurs de carburant est affichée sur la pente négative (-).

- Insérez le câble noir dans la prise « COM »
- Insérez le câble rouge dans la prise « VΩHz »

Branchez :

- Les câbles de raccordement entre l'injecteur de carburant et le connecteur de faisceau
- La sonde de test noire sur une bonne terre près de l'injecteur de carburant ou du pôle négatif (-) de la batterie du véhicule
- La sonde de test rouge sur l'entrée pilote du solénoïde de l'injecteur de carburant sur le câble de démarrage

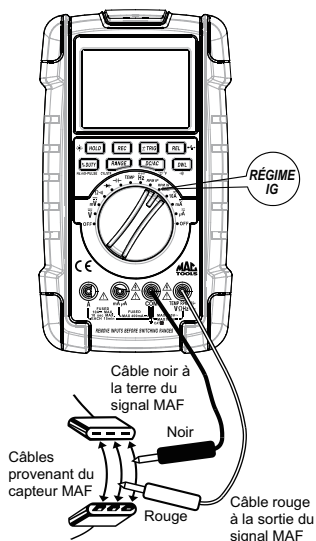
Démarrez le moteur. La largeur d'impulsions est indiquée en millisecondes.

Si la lecture est trop élevée (hors plage) ou instable, réglez le niveau de déclenchement en appuyant sur le bouton « **±TRIG** » plusieurs fois.

Mesures de fréquence (Hz automobile)

La fréquence est le nombre de cycles qu'un signal termine chaque seconde. Il y a beaucoup de capteurs et de signaux sur un véhicule qui produisent une fréquence qui peut être mesurée. Par exemple, des capteurs de vitesse de roues, capteurs de vitesse du véhicule, signaux de contrôle des injecteurs de carburant, sorties came et vilebrequin, et signaux de référence du moteur. Cet exemple mesure la fréquence de sortie d'un capteur de débit d'air massique (MAF) numérique. La sortie peut varier de quelques centaines de Hz à dix mille Hz selon le type de capteur MAF.

REMARQUE : bien que semblables en apparence, les capteurs MAF de différents fabricants opèrent différemment, ont différentes plages de fréquences et de signaux carrés, et ne sont pas interchangeables. La tension des signaux carrés doit être constante. La fréquence doit changer doucement avec la charge et la vitesse du moteur.



Configuration du compteur pour mesurer la fréquence :

- Réglez le commutateur rotatif sur régime IG (*régime IG*)
- Appuyez sur le bouton « **%DUTY** » jusqu'à ce que « Hz » s'affiche à l'écran
- Insérez le câble noir dans la prise « **COM** »
- Insérez le câble rouge dans la prise « **TEMP RPM \pm V Ω Hz \pm** »

Branchez :

- Les câbles de raccordement entre le capteur MAF et le connecteur de faisceau
- La sonde de test noire au câble de terre
- La sonde de test rouge au câble de sortie de signal

Démarrez le moteur. Notez la fréquence indiquée sur le compteur au ralenti. Avancez le papillon et notez le changement de fréquence.

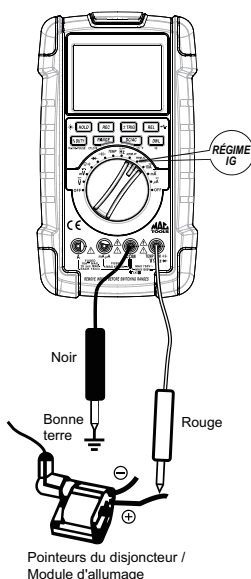
REMARQUE : consultez le manuel d'entretien du véhicule pour trouver les bonnes lectures de fréquence.

Si la lecture est instable, réglez le niveau de déclenchement en appuyant sur le bouton « **±TRIG** » plusieurs fois.

Mesures de la came

La came est le nombre de degrés de rotation du distributeur lorsque les points restent fermés. La came peut être mesurée pour les moteurs à 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, ou 12 cylindres en utilisant le compteur. Avant de mesurer la came, il vous faut déterminer combien de cylindres comporte le moteur.

Dans le mode came, le compteur est réglé par défaut sur quatre cylindres et pente négative (-), de sorte que **DWL°**, **4CYL**, **TRIG**, et **-** sont affichés. Si vous souhaitez sélectionner un autre nombre de cylindres, appuyez sur le bouton « **RANGE** » de façon répétée pour sélectionner le bon nombre de cylindres.



Configuration du compteur pour mesurer la came :

- Réglez le commutateur rotatif sur régime IG (*régime IG*)
- Appuyez sur le bouton « **DWL** » jusqu'à ce que « **DWL°** », « **4CYL** », « **TRIG** », et « **-** » apparaissent à l'écran
- Insérez le câble noir dans la prise « **COM** »
- Insérez le câble rouge dans la prise « **TEMP RPM -/+ VΩHz** »

Branchez :

- La sonde de test noire sur une bonne terre ou sur le pôle négatif (-) de la batterie du véhicule
- La sonde de test rouge sur le câble qui relie les points disjoncteur

Appuyez sur le bouton « **RANGE** » de manière répétée pour sélectionner le nombre de cylindres requis.

Démarrez le moteur et surveillez la lecture.

Si la lecture est instable et trop haut, réglez le niveau de déclenchement en appuyant sur le bouton « **±TRIG** » plusieurs fois.

7. TESTS DE DIAGNOSTIC AUTOMOBILE DE BASE

Une série de tests de vérification systématique du système électrique du véhicule doit être effectuée avant de tester les composants automobiles individuellement. Les tests de base suivants servent à vérifier les zones principales responsables de la plupart des problèmes électriques dans une automobile. Effectuez ces tests en premier, même si un code d'erreur ou de panne s'affiche sur l'ordinateur embarqué. Un problème de terre de base dans le système électrique peut entraîner un dysfonctionnement d'un composant détecté par l'ordinateur embarqué. Si le problème est causé par une mauvaise terre, le remplacement d'un composant défectueux ne suffira pas.

Les tests de diagnostic de base doivent commencer par la vérification des connexions de la source d'alimentation et des circuits de terre du châssis. La plupart des circuits de terre sont potentiellement à l'origine du plus de défaillances dans les systèmes électroniques des automobiles, tout en étant les moins compris et les plus difficiles à diagnostiquer. L'un des problèmes électriques les plus frustrants que vous rencontrerez dans une automobile est une terre de haute résistance. Cela peut créer des symptômes étranges qui semblent être indépendants de la cause. Les symptômes incluent des problèmes de clignotants, des lumières qui restent faibles, l'allumage des mauvais voyants, des problèmes de transmission, des jauges qui changent quand certains accessoires sont utilisés, ou encore des lumières qui ne s'allument pas du tout.

Vous pouvez trouver une mauvaise terre en vérifiant la chute de tension entre le fil de terre du composant et une terre du châssis propre ou le pôle négatif de la batterie du véhicule. Une chute de tension excessive dans un circuit de terre affecte l'ensemble du circuit électrique. Voilà pourquoi il est si important que les circuits de base soient en bon état avant de vérifier les codes d'erreur de l'ordinateur embarqué et les différents composants.

TESTS DE LA BATTERIE

Si vous avez des problèmes électriques, commencez par tester la batterie. Si la batterie est faible ou déchargée, elle doit être complètement rechargée avant de commencer les tests.

Une batterie déchargée peut aussi indiquer un problème avec le circuit de charge. Les batteries sont souvent blâmées dans les états « pas de démarrage » alors qu'en fait, le vrai problème se trouve dans le système de charge. Après qu'un problème du système de charge ait été présent pendant un certain temps, la batterie est déchargée et ne fournit plus assez de courant pour alimenter le démarreur.

De nombreux problèmes électriques sont provoqués par des décharges de courant ou des courts-circuits. Les décharges de courant peuvent provoquer des problèmes de batterie morte et sont souvent désignées comme des courts-circuits, même si elles ne sont pas vraiment des courts-circuits. Les courts-circuits qui grillent les fusibles peuvent être détectés à l'aide des mêmes techniques de dépannage que celles utilisées pour trouver les décharges de courant, même si les symptômes sont différents.

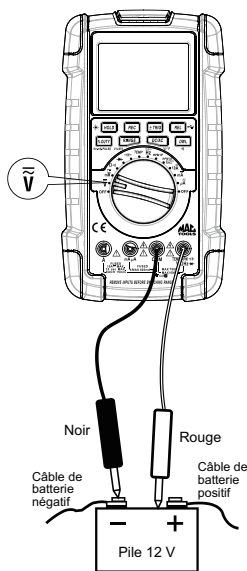
REMARQUE : retirez les câbles de batterie et nettoyez soigneusement les bornes des câbles et les pôles de la batterie. Remettez-les avant de commencer les tests.

MISE EN GARDE

LE CONTACT DOIT ÊTRE COUPÉ POUR ÉVITER TOUT DOMMAGE À L'ORDINATEUR DU VÉHICULE LORSQUE VOUS BRANCHEZ OU DÉBRANCHEZ LES CÂBLES DE BATTERIE.

Test de décharge de surface de la batterie

Le test consiste à rechercher une décharge à faible courant sur le boîtier de la batterie. La poussière, l'humidité et la corrosion sont des causes typiques de décharge en surface. Nettoyez la surface de la batterie avec une solution de bicarbonate de soude et d'eau pour éviter la décharge en surface. Toutefois, ne laissez jamais la solution pénétrer dans la batterie.



Configuration du compteur afin de mesurer la décharge en surface :

- Réglez le commutateur rotatif sur tension (\overline{V})
- Appuyez sur le bouton « **DC/AC** » jusqu'à « **DC** » s'affiche à l'écran
- Appuyez sur le bouton « **REC** » (sélectionne la fonction MAX.MIN.AVG)
- Insérez le câble noir dans la prise « **COM** »
- Insérez le câble rouge dans la prise « \overline{V} »

Branchez :

- La sonde de test noire sur le pôle négatif (-) de la batterie
- La sonde de test rouge sur le boîtier de la batterie autour du pôle positif (+) de la batterie : NE TOUCHEZ PAS LE PÔLE

Une mesure de plus de 0.5 V indique une décharge excessive en surface.

Nettoyez soigneusement la surface de la batterie si cela n'a pas été fait et refaites le test.

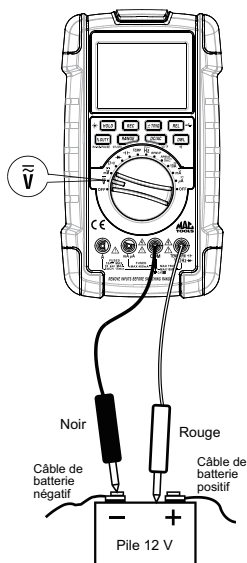
Si vous continuez à obtenir une lecture de plus de 0.5 V, la batterie est défectueuse et doit être remplacée.

Test de la batterie sans charge

Une batterie complètement chargée affiche au moins 12.6 V. Le test suivant vérifie l'état de charge de la batterie. Comme les tests de tension ne montrent que l'état de charge et non l'état de la batterie, vous devez aussi effectuer un test de charge pour indiquer la performance de la batterie.

MISE EN GARDE

LE CONTACT DOIT ÊTRE COUPÉ LORSQUE VOUS BRANCHEZ OU DÉBRANCHEZ LES CÂBLES DE LA BATTERIE POUR PRÉVENIR TOUT DOMMAGE À L'ORDINATEUR DU VÉHICULE.



Configuration du compteur pour vérifier l'état de charge de la batterie :

- Réglez le commutateur rotatif sur tension (\bar{V})
- Appuyez sur le bouton « **DC/AC** » jusqu'à « **DC** » s'affiche à l'écran
- Insérez le câble noir dans la prise « **COM** »
- Insérez le câble rouge dans la prise « $\overset{\text{TEMP 800V}}{\text{V}} \overset{+}{-}$ »

Allumez les phares pendant 30 secondes pour dissiper la charge de surface de la batterie.

Débranchez le câble négatif (-) de la borne négative de la batterie.

Branchez :

- La sonde de test noire sur le pôle négatif (-) de la batterie
- La sonde de test rouge sur le pôle positif (+) de la batterie

Appuyez sur le bouton « **REC** » (sélectionne la fonction MAX.MIN.AVG).

Une lecture minimale de moins de 12.4 V indique une batterie insuffisamment chargée. Rechargez-la avant de poursuivre.

Test de batterie sans charge 12 V

Lecture du compteur	% de charge de la batterie
12.60 V ou supérieur	100 %
12.45 V	75 %
12.30 V	50 %
12.15 V	25 %

Remarque : ce tableau est uniquement pour référence non critique.

Test de charge parasite de la batterie

Chaque véhicule a une certaine quantité de charge parasite qui est jugée normale, mais toute décharge de courant qui dépasse ce montant doit être localisée et arrêtée. Sur les véhicules récents après la mise en place de l'allumage électronique et des systèmes de commande informatisés, la charge parasite peut être aussi haute que 100 mA. Vérifiez les spécifications du fabricant pour la charge parasite acceptable de chaque véhicule.



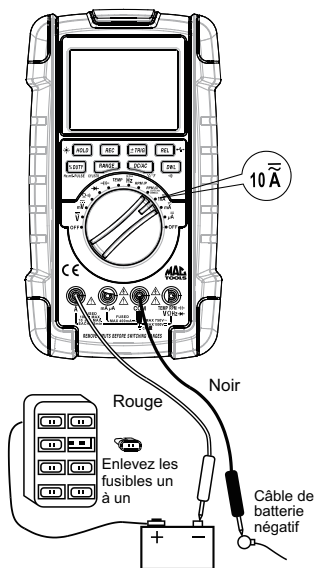
AVERTISSEMENT

NE METTEZ PAS EN MARCHÉ LE MOTEUR NI N'ALLUMEZ D'ACCESSOIRES QUI CONSOMMENT PLUS DE 10 A COMBINÉS AU COURS DE CE TEST CAR VOUS POURRIEZ VOUS BLESSER OU ENDOMMAGER L'APPAREIL.



MISE EN GARDE

LE CONTACT DOIT ÊTRE COUPÉ LORSQUE VOUS BRANCHEZ OU DÉBRANCHEZ LES CÂBLES DE LA BATTERIE POUR PRÉVENIR TOUT DOMMAGE À L'ORDINATEUR DU VÉHICULE.



Configuration du compteur afin de mesurer la charge parasite :

- Réglez le commutateur rotatif sur ampères (10A)
- Appuyez sur le bouton « **DC/AC** » jusqu'à « **DC** » s'affiche à l'écran
- Insérez le câble noir dans la prise « **COM** »
- Insérez le câble rouge dans la prise « **A** »

Coupez le contact et éteignez tous les accessoires.

Débranchez le câble négatif (-) de la borne négative de la batterie.

Branchez :

- La sonde de test noire sur la borne du câble négatif (-) de la batterie débranché
- La sonde de test rouge sur le pôle négatif (-) de la batterie

Appuyez sur le bouton « **REC** » (sélectionne la fonction MAX.MIN.AVG).

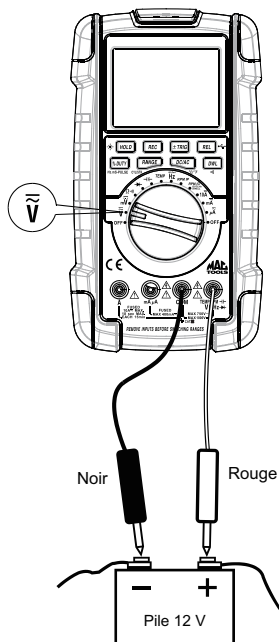
Si une décharge parasite excessive hors de la plage spécifiée dans le manuel d'entretien du véhicule est indiquée, retirez les fusibles du boîtier de fusibles un par un jusqu'à ce que la décharge excessive soit localisée. Vérifiez également les applications sans fusibles telles que les phares, les relais informatiques, et les condensateurs dans le tableau de bord.

REMARQUE : beaucoup d'ordinateurs de véhicules consomment 10 mA ou plus continuellement.

Coupez le contact et rebranchez la batterie.

Test de charge de tension de la batterie

Ce test vérifie la capacité de batterie à fournir suffisamment de tension de démarrage.



Configuration du compteur afin de mesurer la charge de tension :

- Réglez le commutateur rotatif sur tension (V)
- Appuyez sur le bouton « **DC/AC** » jusqu'à « **DC** » s'affiche à l'écran
- Insérez le câble noir dans la prise « **COM** »
- Insérez le câble rouge dans la prise « **VΩHz** »

Branchez :

- Le câble noir sur le pôle négatif (-) de la batterie
- Le câble rouge sur le pôle positif (+) de la batterie

Appuyez sur le bouton « **REC** » (sélectionne la fonction MAX.MIN.AVG).

Coupez le contact pour que le moteur ne démarre pas faites tourner le moteur pendant 15 secondes. Vérifiez la lecture minimale.

Une lecture inférieure à 9.40 V à 16 °C/60 °F indique une batterie faible. Rechargez ou remplacez la batterie avant de tester.

Test de charge de tension de batterie Vs Température batterie/air

Lecture du compteur	Température batterie/air
10.0 V	33 °C/90 °F
9.8 V	27 °C/80 °F
9.6 V	21 °C/70 °F
9.4 V	16 °C/60 °F
9.2 V	10 °C/50 °F
9.0 V	4 °C/40 °F
8.8 V	-1 °C/30 °F
8.6 V	-7 °C/20 °F

REMARQUE : le tableau ci-dessus est uniquement pour référence non critique.

La température de la batterie peut être contrôlée en utilisant la fonction de mesure de température.

TESTS DE CHUTE DE TENSION

Les tests de chute de tension mesurent la quantité de tension dépensée pour surmonter une résistance (une force d'opposition au passage du courant créée par un circuit ou un composant); plus la lecture de chute de tension est basse, moins il y a de résistance dans le circuit sous test.

La fonction de maintien et la fonction d'enregistrement MAX/MIN sont très utiles pour mesurer les chutes de tension sur de nombreux composants et connexions. Par exemple, la mesure de la chute de tension dans les branchements et les composants dans le circuit de démarrage du moteur au démarrage (contact ou système de carburant désactivé pour éviter le démarrage) vous permet de déterminer si le circuit de démarrage présente une résistance excessive.

Pour mesurer la chute de tension, le courant doit passer dans le circuit et les deux sondes de test de tension doivent être branchées sur le même côté du circuit. Une chute de tension peut aussi être déterminée par les mesures de tension disponible en notant la différence entre chaque mesure successive.

Consultez les spécifications du fabricant du véhicule pour les informations sur les chutes de tension. Si aucune information sur les chutes de tension n'est disponible, consultez le tableau suivant pour déterminer la chute de tension type pour les systèmes 12 V :

Chute de tension admissible type

Composant	Chute de tension type
Longueur de câble de batterie jusqu'à 91 cm (3 pieds)	0.1 V
Longueur de câble de batterie supérieure à 91 cm (3 pieds)	0.2 V
Interrupteurs magnétiques	0.3 V
Interrupteurs à solénoïde	0.2 V
Interrupteurs mécaniques	0.1 V
Connecteurs de câble de batterie	0.05 V
Connexions	0.0 V

REMARQUE : les valeurs de chute de tension admissible indiquées dans le tableau ne s'appliquent pas aux circuits qui utilisent des câbles en aluminium.

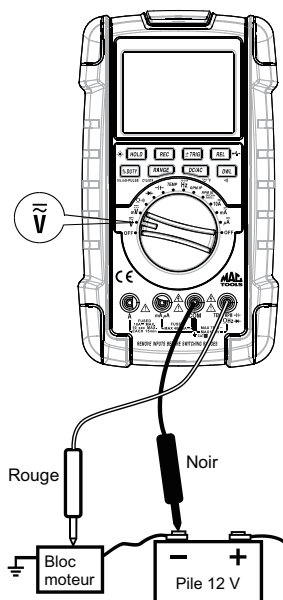
Normalement, la chute de tension maximale ne doit pas être de plus de 0.1 V par fil, terre, raccordement, interrupteur, ou solénoïde. Vous pouvez déterminer la tension type en additionnant les valeurs du tableau ci-dessus. Par exemple, la chute de tension type du pôle négatif de la batterie au carter du démarreur (sonde de test négative connectée au pôle négatif de la batterie et sonde de test positive connectée au carter du démarreur) ne doit pas dépasser 0.4 V. Cette connexion est composée de deux connecteurs, un fil, et deux terres.

Si la lecture de chute de tension est inférieure à la chute de tension maximale admissible spécifiée, la résistance du circuit est acceptable.

Si la lecture de chute de tension est supérieure à la chute de tension maximale admissible, le point de résistance excessive peut être localisé en vérifiant la lecture de tension à chaque connexion et extrémité de câble. Lorsqu'une nette baisse de chute de tension est observée, la cause de la résistance excessive est située entre ce point de test et le point de test précédent.

Test de chute de tension de la terre batterie au bloc moteur

Ce test vérifie le rendement de la terre du moteur.



Configuration pour contrôler la chute de tension :

- Réglez le commutateur rotatif sur tension (\bar{V})
- Appuyez sur le bouton « DC/AC » jusqu'à « DC » s'affiche à l'écran
- Insérez le câble noir dans la prise « COM »
- Insérez le câble rouge dans la prise « \bar{V} ΩHz »

Touchez la sonde de test noire au pôle négatif (-) de la batterie et la sonde de test rouge au pôle positif (+) de la batterie; cette lecture est la tension de base à laquelle comparer votre lecture de test de tension.

Branchez :

- La sonde de test rouge sur un point propre du bloc moteur

Appuyez sur le bouton « **REC** » (sélectionne la fonction MAX.MIN.AVG).

Coupez le contact pour que le moteur ne démarre pas faites tourner le moteur pendant quatre à cinq secondes.

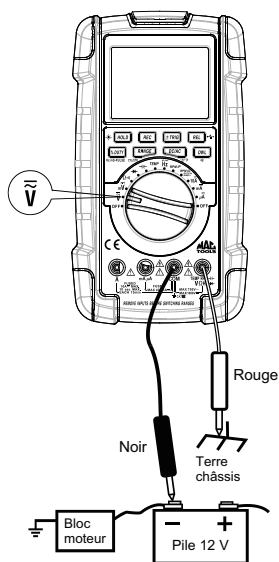
Cette connexion a deux connecteurs, un fil, une terre et un câble borne à pôle de batterie; une chute de tension de plus de 0.5 V indique une mauvaise terre du circuit.

Nettoyez et inspectez les connexions du câble de la batterie et la connexion à la terre et refaites le test.

REMARQUE : répétez le test après que le moteur a bien chauffé. La dilatation thermique peut varier la chute de tension.

Test de chute de tension de rendement terre négatif du châssis

Ce test vérifie le rendement de la terre du châssis.



Configuration du compteur pour vérifier la chute de tension :

- Réglez le commutateur rotatif sur tension (\bar{V})
- Appuyez sur le bouton « **DC/AC** » jusqu'à ce que « **DC** » s'affiche à l'écran
- Insérez le câble noir dans la prise « **COM** »
- Insérez le câble rouge dans la prise « **VΩHz** »

Touchez la sonde de test noire au pôle négatif (-) de la batterie et la sonde de test rouge au pôle positif (+) de la batterie; cette lecture est la tension de base à laquelle comparer votre lecture de test de tension.

Branchez :

- La sonde de test noire sur le pôle négatif (-) de la batterie
- La sonde de test rouge sur le point sur l'aile, le pare-feu, ou le châssis du véhicule sur lequel la terre des accessoires est fixée

Appuyez sur le bouton « **REC** » (sélectionne la fonction MAX.MIN.AVG).

Allumez tous les accessoires (phares, ventilateur clim., dégivreur, lave-glace, etc.).

Coupez le contact pour que le moteur ne démarre pas faites tourner le moteur pendant quatre à cinq secondes.

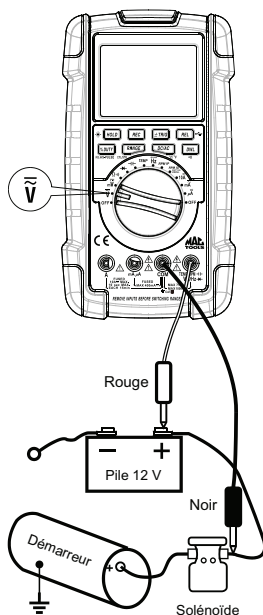
Cette connexion a deux connecteurs, un fil, une terre et un câble borne à pôle de batterie; une chute de tension de plus de 0,5 V indique une mauvaise terre du circuit.

Nettoyez et inspectez les connexions du câble de la batterie et la connexion à la terre et refaites le test.

REMARQUE : répétez le test après que le moteur a bien chauffé. La dilatation thermique peut varier la chute de tension.

Test de chute de tension de la terre batterie au solénoïde du démarreur (+)

Ce test vérifie le rendement électrique de la batterie au solénoïde du démarreur. Mesurez la chute de tension entre le pôle de la batterie et le câble de liaison, le pôle du solénoïde (+), et le fil qui se fixe à lui.



Configuration du compteur pour vérifier la chute de tension :

- Réglez le commutateur rotatif sur tension (\bar{V})
- Appuyez sur le bouton « **DC/AC** » jusqu'à ce que « **DC** » s'affiche à l'écran

- Insérez le câble noir dans la prise « **COM** »
- Insérez le câble rouge dans la prise « **VΩHz** »

Touchez la sonde de test noire au pôle négatif (-) de la batterie et la sonde de test rouge au pôle positif (+) de la batterie; cette lecture est la tension de base à laquelle comparer votre lecture de test de tension.

Branchez :

- La sonde de test noire raccordée directement sur la borne positive (+) du solénoïde du démarreur
- La sonde de test rouge sur le pôle positif (+) de la batterie

Appuyez sur le bouton « **REC** » (sélectionne la fonction MAX.MIN.AVG).

Coupez le contact pour que le moteur ne démarre pas faites tourner le moteur pendant quatre à cinq secondes.

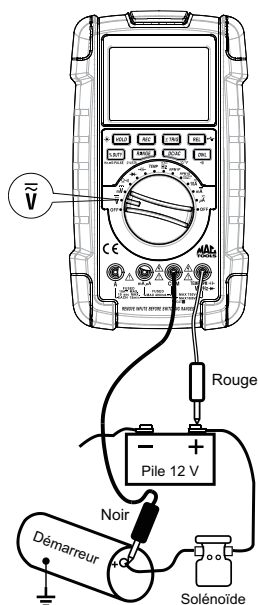
Cette connexion a deux connecteurs et un câble; une chute de tension de plus de 0.3 V indique un mauvais circuit.

Nettoyez et inspectez les connexions du câble de la batterie et la connexion à la terre et refaites le test.

REMARQUE : répétez le test après que le moteur a bien chauffé. La dilatation thermique peut varier la chute de tension.

Test de chute de tension de la terre batterie au circuit complet du démarreur (+)

Ce test vérifie le rendement électrique de la batterie au système du démarreur, y compris le solénoïde du démarreur. Même une très faible résistance dans le circuit de démarrage peut provoquer un ralentissement du démarreur en raison des courants élevés dans les circuits de démarrage.



Configuration du compteur afin de mesurer la chute de tension :

- Réglez le commutateur rotatif sur tension (\bar{V})
- Appuyez sur le bouton « **DC/AC** » jusqu'à ce que « **DC** » s'affiche à l'écran
- Insérez le câble noir dans la prise « **COM** »
- Insérez le câble rouge dans la prise « **TEMP RPM \bar{V} V Ω Hz \bar{A}** »

Touchez la sonde de test noire au pôle négatif (-) de la batterie et la sonde de test rouge au pôle positif (+) de la batterie pour établir la tension de base à laquelle comparer la tension de test.

Branchez :

- La sonde de test noire raccordée directement sur la borne positive (+) du démarreur
- La sonde de test rouge sur le pôle positif (+) de la batterie

Appuyez sur le bouton « **REC** » (sélectionne la fonction MAX.MIN.AVG).

Coupez le contact pour que le moteur ne démarre pas et faites tourner le moteur pendant quatre à cinq secondes.

Cette connexion a quatre connecteurs, deux câbles, et deux raccords solénoïdes; une chute de tension de plus de 0.8 mV indique un mauvais circuit.

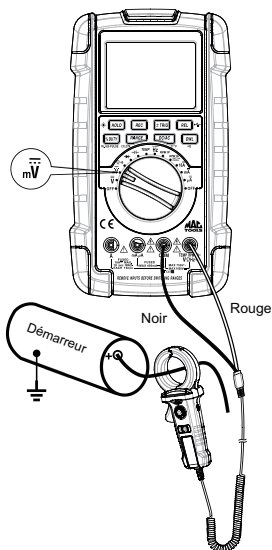
Nettoyez et inspectez les connexions de la batterie, des câbles du démarreur, du solénoïde et des câbles et refaites le test.

Un solénoïde de démarreur défectueux peut entraîner une perte de tension excessive. Vérifiez les câbles et les connexions avant de remplacer le solénoïde.

REMARQUE : répétez le test après que le moteur a bien chauffé. La dilatation thermique peut varier la chute de tension.

Test de courant du démarreur

Si vous avez réussi les tests de batterie et de chutes de tension, vous avez vérifié que la tension de batterie vers le démarreur est suffisante. Ensuite, déterminez combien de courant le démarreur consomme en utilisant une sonde de courant CC à pince. Dans les conditions normales, avec une température extérieure de 70 °F, une bonne règle empirique pour calculer le courant de démarrage est de 1 A par CID (déplacement de pouce cube) ou 60 A par litre \pm environ 25 %. Dans des conditions à vide, il est de 0.5 A par CID \pm environ 10 %. Vérifiez les spécifications du fabricant pour le bon courant de démarrage.



Configuration du compteur pour mesurer le courant de démarrage :

- Réglez le commutateur rotatif en millivolts CC (mV)
- Connectez une sonde de courant CC à pince (accessoire en option) au compteur. Câble noir à la prise « COM » et câble rouge à la prise « TEMP 200V »

Serrez la sonde de courant autour du câble connecté à la borne positive (+) du démarreur. Assurez-vous que la flèche sur la pince pointe dans le sens du courant dans le câble.

Appuyez sur le bouton « REC » (sélectionne la fonction MAX.MIN.AVG).

La lecture minimale est la consommation de courant négatif.

Coupez le contact pour que le moteur ne démarre pas faites tourner le moteur pendant quatre à cinq secondes.

Si la consommation de courant n'est pas forte et la batterie est considérée comme bonne par les tests précédents mais le démarreur tourne lentement, vérifiez la résistance (ou la chute de tension) dans le circuit de démarrage de nouveau.

TESTS DU SYSTÈME DE CHARGE

Les problèmes du système de charge sont souvent indiqués par une plainte « pas de démarrage ». Normalement, la batterie est déchargée et le démarreur ne fait pas tourner le moteur. Pour vérifier correctement le système de charge, la batterie doit être complètement chargée. Rechargez complètement la batterie en cas de besoin, avant de continuer.

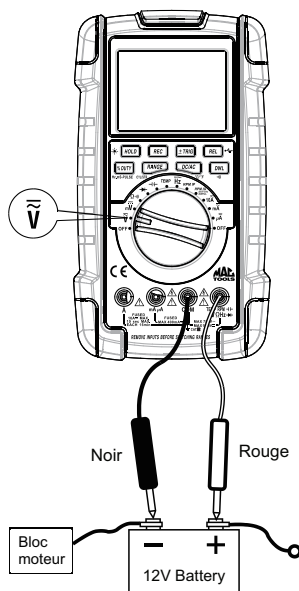
Pour diagnostiquer et régler les régulateurs/alternateurs sur un véhicule GM typique, vous devez d'abord déterminer si le système possède un régulateur intégré (intérieur). Puis déterminez si c'est un alternateur de type A ou B. Un alternateur de type A a un balai connecté à la batterie (+) et l'autre balai à la terre par le régulateur. Un alternateur de type B a un balai mis à la terre et l'autre balai connecté à la batterie (+) par le régulateur. Puis isolez le problème à l'alternateur ou au régulateur. Pour ce faire, vous devez contourner le régulateur (cela s'appelle « mise en induction complète »), mettez la borne d'induction de type A à la terre, ou connectez la borne d'induction de type B au côté (+) de la batterie. Si le système se charge désormais, le régulateur est défectueux.

Test de tension de sortie de l'alternateur à la batterie (+)

Ce test vérifie la tension de sortie de l'alternateur à la batterie.

AVERTISSEMENT

LORS DE CE TEST, METTEZ LE MOTEUR AU RALENTI AVEC LES LUMIÈRES ALLUMÉES AFIN QUE LA TENSION DE SORTIE NE DÉPASSE PAS 15 V. SI VOUS VÉRIFIEZ UN ALTERNATEUR AVEC RÉGULATEUR INTÉGRÉ, VOUS DEVEZ SAVOIR QUEL TYPE VOUS TESTEZ POUR ÉVITER TOUT DOMMAGE À L'ALTERNATEUR OU AU RÉGULATEUR (VOIR CI-DESSUS).



Configuration du compteur afin de mesurer la tension de sortie de l'alternateur :

- Réglez le commutateur rotatif sur tension (\bar{V})
- Appuyez sur le bouton « **DC/AC** » jusqu'à « **DC** » s'affiche à l'écran
- Insérez le câble noir dans la prise « **COM** »
- Insérez le câble rouge dans la prise « **VΩHz** »

Mettez tous les accessoires du véhicule hors tension.

Branchez :

- Le câble noir sur le pôle négatif (-) de la batterie
- Le câble rouge sur le pôle positif (+) de la batterie

Appuyez sur le bouton « **REC** » (sélectionne la fonction MAX.MIN.AVG).

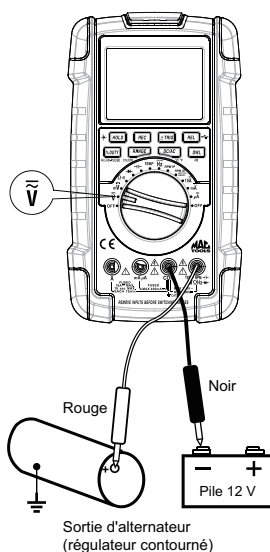
Démarrez le moteur et faites fonctionner à 2 000 tr/mn. Une lecture de 13.5 V à 15.5 V est un taux de charge acceptable.

Si la tension est faible, recherchez :

- Un régulateur ou un alternateur défectueux (voir les tests suivants)
- Une courroie fissurée, lisse, ou lâche
- Des fils ou connecteurs défectueux ou déconnectés

Test de tension de sortie de l'alternateur (+) (chargé)

Ce test est nécessaire uniquement si le véhicule a raté le test précédent.



Configuration du compteur afin de mesurer la tension de sortie de l'alternateur :

- Réglez le commutateur rotatif sur tension (\bar{V})
- Appuyez sur le bouton « **DC/AC** » jusqu'à « **DC** » s'affiche à l'écran
- Insérez le câble noir dans la prise « **COM** »
- Insérez le câble rouge dans la prise « **TEMP RPM \bar{V} \bar{V} Hz \bar{V} »**

Appuyez sur le bouton « **REC** » (sélectionne la fonction MAX.MIN.AVG).

Branchez :

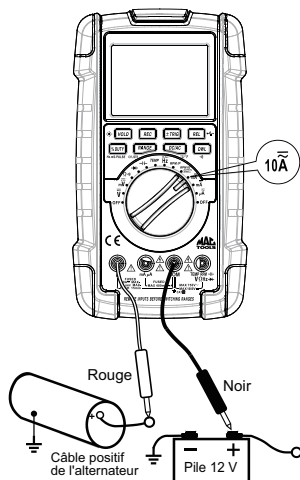
- La sonde de test noire sur le pôle négatif (-) de la batterie
- La sonde de test rouge à la borne (+) de la batterie au dos de l'alternateur

Démarrez le moteur et faites fonctionner à 2 000 tr/mn. Une lecture de 13.5 V à 15.5 V est un taux de charge acceptable.

Un bon alternateur doit maintenir au moins 13.6 V au courant de sortie nominal.

Test du courant d'induction de l'alternateur

Des balais (ou bornes) usés ou corrodés limitent le courant d'induction de l'alternateur et provoquent un faible courant de sortie de l'alternateur. Pour vérifier le courant d'induction, chargez l'alternateur au courant de sortie nominal avec un testeur de charge de batterie et mesurez le courant d'induction à l'aide d'une sonde de courant CC à pince (accessoire en option) ou utilisez la prise d'entrée « A » sur le compteur.



Configuration du compteur afin de mesurer le courant d'induction de l'alternateur :

- Réglez le commutateur rotatif sur ampères (10 \bar{A})
- Appuyez sur le bouton « **DC/AC** » jusqu'à « **DC** » s'affiche à l'écran
- Insérez le câble noir dans la prise « **COM** »
- Insérez le câble rouge dans la prise « **A** »

Mettez tous les accessoires du véhicule hors tension.

Branchez :

- La sonde de test noire sur le pôle positif (+) de la batterie
- La sonde de test rouge sur le câble positif (+) de l'alternateur

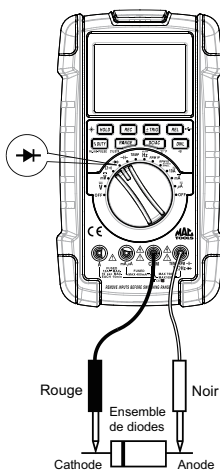
Démarrez le moteur et faites fonctionner à 2 000 tr/mn. La lecture de courant doit être de 3 A à 7 A.

REMARQUE : une basse tension de batterie fournit un courant plus élevé.

Test de diode de l'alternateur

L'ensemble de diodes dans un alternateur est constitué de deux diodes en série. Pour tester les diodes de l'alternateur, retirez l'ensemble de diodes de l'alternateur. Puis touchez une sonde de test sur un côté de l'ensemble de diodes de l'alternateur et touchez l'autre sonde de test sur l'autre côté. Enregistrez la lecture; puis inversez les sondes de test et répétez le test. Pour l'un des tests de diode, le compteur doit afficher la chute de tension dans les diodes en série en général à environ 0.8 V; le test dans l'autre direction doit afficher OFL (débordement). Si la lecture est d'environ 0.4 V, une diode est en court-circuit. Une lecture en-dessous de 0.2 V indique deux diodes en court-circuit.

REMARQUE : des diodes en court-circuit dans l'alternateur peuvent provoquer une sortie de courant faible et décharger la batterie en une nuit.



Configuration du compteur afin de mesurer la chute de tension de l'ensemble de diodes de l'alternateur :

- Réglez le commutateur rotatif en mode test de diode (→|←)
- Insérez le câble noir dans la prise « COM »
- Insérez le câble rouge dans la prise « $\overset{\text{TEMP RPM}}{\text{V}} \overset{\text{Hz}}{\text{Hz}}$ »

Débranchez le câble de la batterie de la borne de sortie de l'alternateur.

Démontez l'alternateur et retirez l'ensemble de diodes de l'alternateur.

Branchez :

- La sonde de test noire au côté négatif (cathode) de l'ensemble de diodes
- La sonde de test rouge au côté positif (anode) de l'ensemble de diodes

Si aucune diode n'est en court-circuit, environ 0.8 V doivent être affichés.

Si une diode est en court-circuit, environ 0.4 V doivent être affichés.

Si le fil est ouvert, les deux diodes sont ouvertes, ou la chute de tension est supérieure à 2 V, **OFL** (débordement) doit être affiché.

TESTS DU SYSTÈME D'ALLUMAGE

Si vous soupçonnez un mauvais fil d'allumage, testez la résistance du fil en le déplaçant, en le tordant, ou en le pliant. Les valeurs de résistance sont généralement autour de 10 kΩ par pied.

Si vous soupçonnez un problème avec la bobine d'allumage, vérifiez la résistance des bobinages primaires et secondaires de la bobine d'allumage. Ce test doit être fait deux fois, quand la bobine est chaude et quand elle est froide. Vous devez également mesurer à partir du boîtier de la bobine à chaque connecteur et entre les bobinages primaires et secondaires pour vous assurer qu'ils ne sont pas en court-circuit ensemble. Les bobinages primaires devraient avoir une très faible résistance - typiquement de quelques dixièmes d'ohm à quelques ohms. Les bobinages secondaires doivent avoir une résistance bien plus élevée - généralement autour de 10 kΩ. Pour obtenir les chiffres réels d'une bobine spécifique, vérifiez les spécifications du fabricant.

Test de résistance du fil de bougie (fil d'allumage secondaire)

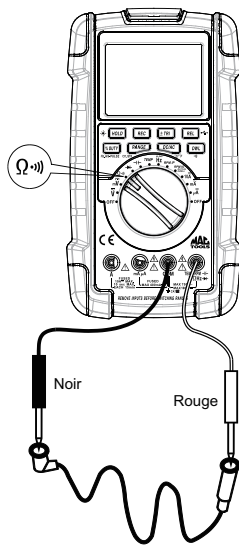
AVERTISSEMENT

POUR ÉVITER TOUTE DÉCHARGE ÉLECTRIQUE, DÉBRANCHEZ TOUJOURS LA BOBINE D'ALLUMAGE DU SYSTÈME D'ALLUMAGE AVANT LES TESTS.

Si les bougies ont plus de deux ans ou en cas d'indication d'autres problèmes avec le système d'allumage, vérifiez les fils de bougies.

REMARQUE : faites attention en retirant la coiffe de bougie de l'isolant car une liaison a pu se produire.

Ce test recherche la haute résistance ou les circuits ouverts dans les fils d'allumage secondaire (fils de bougie).



Configuration du compteur pour mesurer la résistance du fil de bougie :

- Réglez le commutateur rotatif sur résistance (Ω)
- Si « \cdot » est présent sur l'affichage, appuyer sur le bouton « **DWL** » jusqu'à ce que « \cdot » disparaisse
- Insérez le câble noir dans la prise « **COM** »
- Insérez le câble rouge dans la prise « **VΩHz** »

Branchez :

- Les sondes de test à chaque extrémité du fil de la bougie

Appuyez sur le bouton « **REC** » (sélectionne la fonction MAX.MIN.AVG).

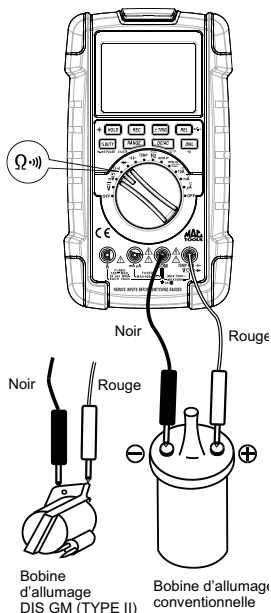
La lecture dépend de la longueur du fil que vous mesurez. Les mesures typiques sont d'environ 10 k Ω par pied de fil. Par exemple, deux pieds (60 cm) de fil de bougie doivent mesurer environ 20 k Ω .

Comparez ces mesures avec les autres fils de bougie sur le même moteur pour assurer la précision du test.

REMARQUE : vérifiez que les pointes de la sonde de test sont en contact avec le conducteur central du fil.

Test de résistance des bobinages primaires

Ce test vérifie la résistance des bobinages primaires des bobines d'allumage conventionnelles et DIS (sans distribution).



Configuration du compteur pour mesurer la résistance des bobinages primaires des bobines d'allumage :

- Réglez le commutateur rotatif sur résistance (Ω)
- Si « Ω » est présent sur l'affichage, appuyer sur le bouton « **DWL** » jusqu'à ce que « Ω » disparaisse
- Insérez le câble noir dans la prise « **COM** »
- Insérez le câble rouge dans la prise « **VΩHz** »

Déconnectez la bobine du système d'allumage.

REMARQUE : pour réaliser des mesures de faible résistance précises, la résistance dans les câbles de test doit être soustraite de la résistance totale mesurée. Court-circuitez les câbles de test ensemble et appuyez sur le bouton « **REL** ». La résistance (0.2 Ω à 1.5 Ω en général) des câbles de test sera automatiquement déduite de la mesure.

Branchez :

- La sonde de test noire à la borne négative (-) de la bobine
- La sonde de test rouge à la borne positive (+) de la bobine

REMARQUE : les deux connexions primaires sont situées au dos des bobines de Type II.

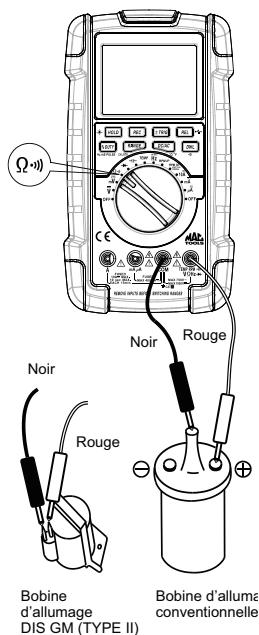
Les mesures doivent être généralement comprises entre 0.5Ω et 2.0Ω .

Pour obtenir les chiffres réels d'une bobine spécifique, vérifiez les spécifications du fabricant.

REMARQUE : testez la bobine d'allumage à chaud puis à froid.

Test de résistance des bobinages secondaires

Ce test vérifie la résistance des bobinages secondaires des bobines d'allumage conventionnelles et DIS (sans distribution).



Configuration du compteur pour mesurer la résistance des bobinages secondaires de bobines d'allumage :

- Réglez le commutateur rotatif sur résistance (Ω)
- Si « \cdot » est présent sur l'affichage, appuyer sur le bouton « DWL » jusqu'à ce que « \cdot » disparaisse
- Insérez le câble noir dans la prise « COM »
- Insérez le câble rouge dans la prise « $\overset{\text{TEMP RPM} +}{\text{V} \Omega \text{Hz} \rightarrow}$ »
- Déconnectez la bobine du système d'allumage

Branchez :

- La sonde de test noire à la borne haute tension de la bobine
- La sonde de test rouge à la borne positive (+) de la bobine

Les mesures sont généralement comprises entre $6 \text{ k}\Omega$ et $20 \text{ k}\Omega$.

Pour obtenir les chiffres réels d'une bobine spécifique, vérifiez les spécifications du fabricant.

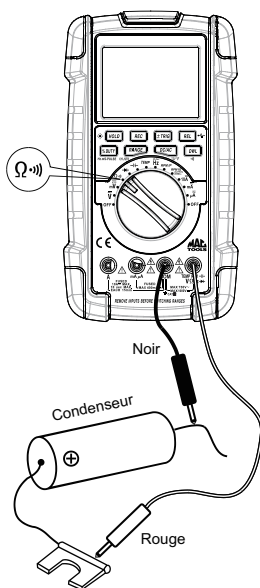
REMARQUE : testez la bobine d'allumage à chaud puis à froid.

Test de fuite des condensateurs/condenseurs

Ce compteur peut être utilisé pour vérifier les condensateurs automobiles (condensateurs) avec la fonction résistance. Comme la fonction de résistance applique une tension dans les câbles de test, le condensateur se charge et augmente la résistance affichée à l'infini. Toute autre lecture indique que vous devez remplacer le condensateur.

MISE EN GARDE

AVANT DE PROCÉDER À CE TEST, VÉRIFIEZ QUE LE CONTACT EST ÉTEINT ET TOUS LES CÂBLES CONNECTÉS AUX BOBINES SONT DÉBRANCHÉS.



Configuration du compteur pour vérifier les fuites du condensateur :

- Réglez le commutateur rotatif sur résistance (Ω)
- Si « ∞ » est présent sur l'affichage, appuyer sur le bouton « DWL » jusqu'à ce que « ∞ » disparaisse
- Insérez le câble noir dans la prise « COM »
- Insérez le câble rouge dans la prise « $V\Omega Hz$ »

Branchez :

- La sonde de test noire sur le côté négatif (-) du condensateur
- La sonde de test rouge sur le côté positif (+) du condensateur

Regardez le graphique à barres augmenter à mesure que le condensateur se charge. La résistance d'un bon condensateur doit augmenter de zéro à l'infini sur une courte période de temps.

REMARQUE : dans un système de contact classique, vérifiez que les points sont ouverts avant de démarrer le test. Permutuez les câbles de test et vérifiez le condensateur dans les deux sens. Vérifiez les condensateurs à chaud et à froid. La fonction de mesure de capacitance du compteur peut être utilisée pour mesurer la capacitance des condensateurs.

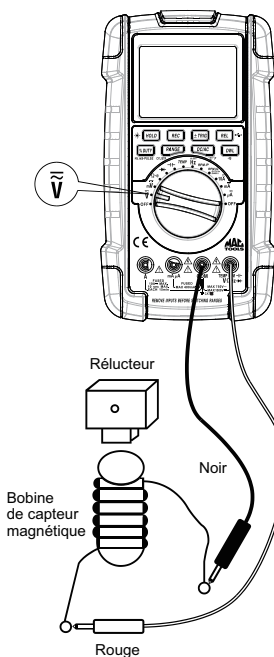
CAPTEURS DE POSITION

Il existe essentiellement deux types de capteurs de position : magnétique et à effet Hall. Le type magnétique est simplement un aimant permanent avec une bobine de fil enroulée autour de lui. Les capteurs magnétiques ont deux fils - un connecté à chaque extrémité d'un bobinage de bobine. Les capteurs magnétiques peuvent être trouvés dans certains distributeurs et comportent un capteur magnétique et un réducteur pour changer le champ magnétique. Dans un distributeur, le jeu entre le capteur et le réducteur sur un capteur magnétique est essentiel; à vérifier selon les spécifications du fabricant. Les spécifications sont généralement entre 0.7 et 1.8 mm (0.03 po et 0.07 po).

Un capteur à effet Hall utilise un matériau semiconducteur qui produit une tension quand il est traversé par un champ magnétique. La tension produite par le capteur à effet Hall est proportionnelle à la force du champ magnétique. Ce champ magnétique peut provenir d'un aimant permanent ou d'un courant électrique. Les capteurs de position à effet Hall ont remplacé les points d'allumage dans de nombreux systèmes d'allumage à distribution. Ils sont aussi couramment utilisés pour déterminer la position de la came et du vilebrequin sur les systèmes d'allumage sans distributeur (DIS), qui indique à l'ordinateur du véhicule quand allumer les bobines. Cette indication de position indique également à l'ordinateur quand ouvrir les injecteurs sur les systèmes à injection séquentielle.

Test de capteur de position magnétique (impulsions)

Ce test recherche des impulsions d'un capteur de distributeur magnétique afin de déterminer si la roue de réducteur ou le capteur magnétique est mauvais.



Configuration du compteur pour vérifier les impulsions d'un capteur magnétique :

- Réglez le commutateur rotatif sur tension (\bar{V})
- Appuyez sur le bouton « **DC/AC** » jusqu'à ce que « **AC** » s'affiche à l'écran
- Insérez le câble noir dans la prise « **COM** »
- Insérez le câble rouge dans la prise « **TEMP RPM +/- V~Hz +/-** »

Débranchez le distributeur du module d'allumage.

Branchez :

- Les sondes de test vers les câbles de sortie du capteur

Regardez le graphique à barres changer. Lorsque le moteur tourne, les impulsions doivent apparaître sur le graphique.

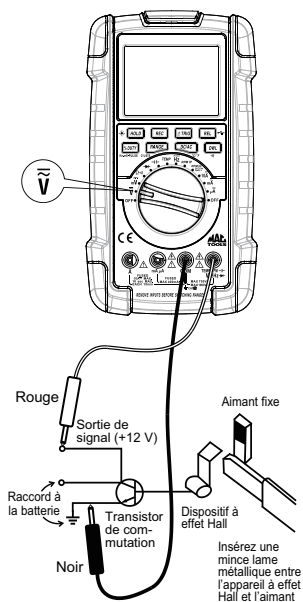
Aucune impulsion n'apparaît si la roue de réducteur ou le capteur magnétique est mauvais.

REMARQUE : le jeu entre le capteur et le réducteur est très important. Veillez à vérifier selon les spécifications du fabricant.

Sur les voitures GM, retirez le couvercle du distributeur pour accéder au capteur et au réducteur.

Test de capteur à effet Hall (tension)

Ce test vérifie le déclenchement des capteurs de position à effet Hall.



Configuration du compteur pour vérifier les capteurs à effet Hall :

- Réglez le commutateur rotatif sur tension (\bar{V})
- Insérez le câble noir dans la prise « **COM** »
- Insérez le câble rouge dans la prise « \overline{V} »

Branchez :

- La sonde de test noire vers la borne de terre du capteur à effet Hall
- La sonde de test rouge vers la borne de sortie signal du capteur à effet Hall

Insérez une mince lame métallique ou un calibre en acier entre le capteur à effet Hall et l'aimant tout en regardant le graphique à barres et l'affichage.

Le signal de sortie doit varier de 12 V à 0 V. L'insertion de la lame métallique empêche le champ magnétique d'arriver au capteur à effet Hall; le retrait de la lame métallique permet au champ magnétique d'arriver au capteur.

8. TESTS DES COMPOSANTS AUTOMOBILES DE BASE

Systemes informatiques

La plupart des véhicules construits aujourd'hui ont plusieurs ordinateurs embarqués qui contrôlent le moteur, la transmission, les freins, la suspension, la climatisation, les divertissements, et d'autres systèmes.

Les systèmes de contrôle informatisés du véhicule sont composés de trois groupes de composants principaux :

- **Les capteurs.** Des dispositifs d'entrée qui fournissent un retour à l'ordinateur du véhicule. Par exemple, un capteur de liquide, de vide, de position de papillon, de régime, un capteur barométrique, un capteur d'oxygène, etc.
- **Le module de commande de moteur (ECM).** Traite les retours fournis par les capteurs et envoie une commande électronique aux servomoteurs des composants concernés
- **Les servomoteurs.** Des dispositifs de sortie qui peuvent être mécaniques, électriques, ou à vide, activés par l'ordinateur du véhicule. Par exemple, un carburateur électromécanique, un injecteur de carburant, un dispositif d'avance de bougie d'allumage, une pompe à air, une vanne de recirculation de gaz d'échappement, un purgeur de réservoir, un embrayage convertisseur de couple, etc.

Si un capteur ou servomoteur tombe en panne, un code d'erreur peut être généré. Ces erreurs sont stockées dans la mémoire de l'ordinateur comme codes de panne ou d'erreur. Chaque capteur possède plusieurs codes affectés, en fonction du problème survenu.

Quand un défaut survient, le technicien peut lire les codes d'erreur en récupérant des informations de la mémoire de l'ordinateur. Il y a plusieurs façons de lire ces codes. Sur les modèles de véhicules de 1995 ou antérieurs, ils peuvent afficher les codes d'erreur sur l'horloge numérique du tableau de bord, d'autres utilisent le tachymètre, et beaucoup utilisent une lumière clignotante pour indiquer les codes d'erreur. Toutefois, les modèles de véhicules de 1996 qui utilisent le protocole OBD II nécessitent un lecteur de code ou un analyseur qui se branche sur le port de communication en série de l'ordinateur pour lire ces codes.

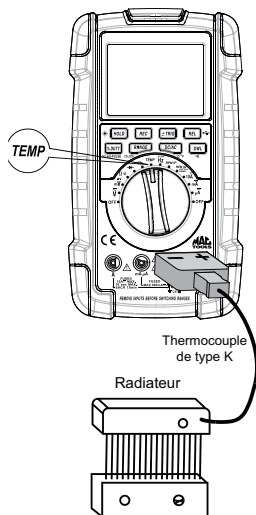
REMARQUE : pour les instructions sur comment récupérer les codes d'erreur du véhicule sur un système informatique spécifique, consultez le manuel d'entretien du véhicule.

Tests des composants de base

Les tests de composants spécifiques nécessitent souvent des schémas détaillés et des spécifications de tests de ces composants fournis par le fabricant du véhicule. La section suivante fournit des informations générales et des procédures de tests pour les principaux dispositifs d'entrée (capteurs) et de sortie (servomoteurs).

Tests de température

Pour tester plusieurs composants (comme les radiateurs, les transmissions, chauffages, condenseurs climatisation, évaporateurs climatisation, capteurs de refroidissement moteur, commutateurs de température du réfrigérant, et capteurs de température d'air) permettant de réguler la température, mesurez la température de surface de la zone autour du composant.



Configuration du compteur pour mesurer la température :

- Réglez le commutateur rotatif sur température (**TEMP**)
- Insérez la fiche du thermocouple de type K dans les prises « **COM** » et « **TEMP RPN +/-** » comme illustré, vérifiez que la polarité des connexions est correcte
- Appuyez sur le bouton « **REC** » (sélectionne la fonction MAX.MIN.AVG)

Touchez la pointe du thermocouple directement sur la surface près de l'entrée du radiateur.

Appuyez sur le bouton « **DC/AC** » pour commuter entre °F et °C.

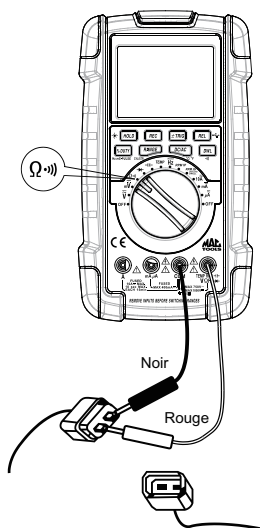
Consultez les spécifications du fabricant pour trouver la bonne température. La température mesurée doit être dans les ± 10 °F (± 5 °C) par rapport aux spécifications.

REMARQUE : cette procédure est spécifique au test de température du radiateur. Utilisez des procédures similaires pour mesurer la température d'autres composants ou systèmes.

Tests des appareils à deux fils (thermistance)

Les thermistances sont essentiellement des résistances variables qui sont sensibles aux changements de température. La valeur de résistance de la thermistance change en fonction de la température. Les applications typiques des thermistances : capteur de température du liquide de refroidissement du moteur (ECT), capteur de température de la charge pneumatique (ACT), capteur de température pneumatique du collecteur (MAT), capteur de température pneumatique de la pale (VAT), et capteur de température du corps du papillon (TBT), etc.

Une thermistance peut être testée en vérifiant le changement de résistance ou de tension. Un moyen rapide et facile de surveiller le changement est d'utiliser le graphique à barres du compteur.



Configuration du compteur pour vérifier le changement de résistance des thermistances :

- Réglez le commutateur rotatif sur résistance (Ω)
- Si « \cdot » est présent sur l'affichage, appuyer sur le bouton « **DWL** » jusqu'à ce que « \cdot » disparaisse
- Insérez le câble noir dans la prise « **COM** »
- Insérez le câble rouge dans la prise « **TEMP RPM +
Ω Hz** »

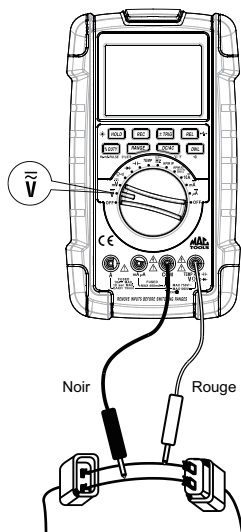
Débranchez le connecteur du capteur.

Branchez :

- La sonde de test noire à la borne négative (-) du capteur
- La sonde de test rouge à la borne positive (+) du capteur

La lecture de la résistance doit correspondre à la température du capteur.

REMARQUE : consultez les spécifications du fabricant pour le rapport résistance/température du capteur.
La température peut être contrôlée en utilisant la procédure précédente.



Configuration du compteur afin de mesurer le changement de tension de la thermistance :

- Réglez le commutateur rotatif sur tension (\bar{V})
- Appuyez sur le bouton « **DC/AC** » jusqu'à ce que « \bar{DC} » s'affiche à l'écran
- Insérez le câble noir dans la prise « **COM** »
- Insérez le câble rouge dans la prise « $\bar{V}\Omega Hz$ »
- Appuyez sur le bouton « **REC** » (sélectionne la fonction MAX.MIN.AVG)

Débranchez le connecteur du capteur. Branchez des câbles de raccordement entre le connecteur et le capteur.

Branchez :

- La sonde de test noire au circuit négatif (-) du capteur
- La sonde de test rouge au circuit provenant de la source d'alimentation

Démarrez le moteur. La tension devrait changer selon les changements de température.

Consultez les spécifications du fabricant. Si le changement de tension ne correspond pas aux spécifications, recherchez des sources de résistance excessive avant de remplacer la thermistance : mauvais connecteurs, mauvaises connexions, ou ruptures de câblage.

REMARQUE : la température peut être contrôlée en utilisant la fonction de mesure de la température du compteur.

Tests des appareils à trois fils (potentiomètres)

Un potentiomètre est une résistance variable. Le signal généré est utilisé par l'ordinateur du véhicule pour déterminer la position et le sens du mouvement d'un dispositif dans le composant. Les applications typiques des potentiomètres : capteur de position de papillon (TPS), capteur de position de la vanne de recirculation de gaz d'échappement (EGR), et débitmètre d'air de pale (VAF), et ainsi de suite.

On peut trouver un capteur de position de papillon (TPS) sur la plupart de véhicules. Le TPS informe l'ordinateur du véhicule des cas suivants :

- Ouverture du papillon
- Si le papillon s'ouvre et à quelle vitesse
- Si le papillon se ferme et à quelle vitesse
- Si le papillon est entièrement ouvert
- Si le papillon est au ralenti

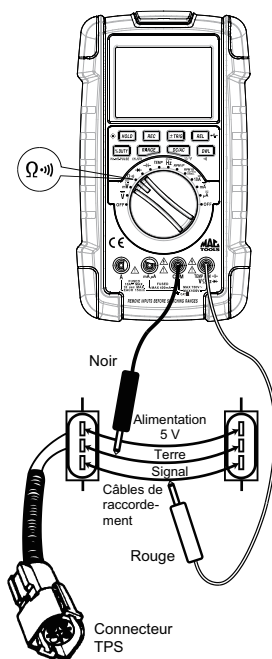
L'une de ses principales fonctions est d'informer l'ordinateur que le papillon s'ouvre. Il remplace la pompe accélérateur que l'on trouve sur les moteurs à carburateur, et empêche le moteur de buter lorsque le papillon s'ouvre rapidement. Lorsque cela se produit, la pression absolue de collecteur (MAP) augmente rapidement (chutes de vide), provoquant une condensation de carburant vaporisé sur les parois du collecteur. Comme il y a moins de carburant pour les cylindres, plus de carburant doit être ajoutés au flux d'air.

Une autre fonction importante est d'informer l'ordinateur que le papillon se ferme. Pour maintenir des émissions acceptables, l'ordinateur doit alléger le mélange en cas de chute de MAP (augmentations de vide).

Pour de meilleures économies de carburant, l'ordinateur coupe complètement le carburant dans certains moteurs lorsque le vide est élevé et le papillon est au ralenti. Par conséquent, l'ordinateur doit savoir quand le papillon est au ralenti.

L'information sur la position du papillon est une résistance variable d'un potentiomètre fixé à l'axe du papillon. Les signaux de papillon grand ouvert et de papillon fermé proviennent de commutateurs fixés au TPS.

Le TPS est juste un potentiomètre ou résistance variable. Comme vous actionnez le papillon, la résistance change. Comme la résistance change, le signal de tension vers l'ordinateur change aussi. Le TPS peut être testé soit en contrôlant le changement de tension ou en contrôlant le changement de résistance, à l'aide du graphique à barres du compteur.



Configuration du compteur pour vérifier le changement de résistance :

- Réglez le commutateur rotatif sur résistance (Ω)
- Si « \cdot » est présent sur l'affichage, appuyer sur le bouton « **DWL** » jusqu'à ce que « \cdot » disparaisse
- Insérez le câble noir dans la prise « **COM** »
- Insérez le câble rouge dans la prise « **VΩHz** »
- Appuyez sur le bouton « **REC** » (sélectionne la fonction MAX.MIN.AVG)

Débranchez le connecteur du capteur et connectez les câbles de raccordement entre le connecteur et le capteur.

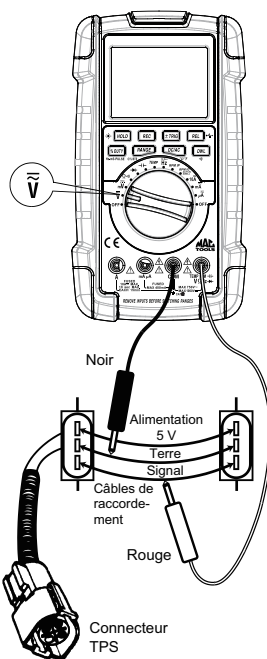
Branchez :

- La sonde de test noire au circuit de terre
- La sonde de test rouge à la ligne de signal (consultez le schéma du fabricant)

Faites pivoter le TPS en bougeant le papillon et regardez le graphique à barres changer selon les rotations du TPS. La résistance affichée doit changer en fonction des mouvements du bras de signal du TPS (balayage du signal).

Alors que vous pivotez le TPS pour changer la résistance, le graphique à barres change de façon régulière si le TPS est bon et change de façon irrégulière s'il est mauvais.

REMARQUE : n'insérez pas les pointes de la sonde de test dans le TPS car ils peuvent endommager la prise la plus petite sur le connecteur du TPS.



Configuration du compteur pour vérifier le changement de tension :

- Réglez le commutateur rotatif sur tension (\bar{V})
- Appuyez sur le bouton « **DC/AC** » jusqu'à « **DC** » s'affiche à l'écran
- Insérez le câble noir dans la prise « **COM** »
- Insérez le câble rouge dans la prise « **TEMP RPM +/-** » \bar{V} CHIZ-+>
- Appuyez sur le bouton « **REC** » (sélectionne la fonction MAX.MIN.AVG)

Débranchez le connecteur du capteur et connectez les câbles de raccordement entre le connecteur et le capteur.

Branchez :

- La sonde de test noire au circuit de terre
- La sonde de test rouge vers la ligne de signal

Tournez la clé de contact; ne démarrez pas le moteur.

Faites pivoter le TPS en déplaçant le papillon et regardez le graphique à barres changer. La chute de tension doit changer en fonction des mouvements du bras de signal du TPS (balayage du signal).

Le graphique à barres doit changer régulièrement sans sursauts si le TPS est bon.

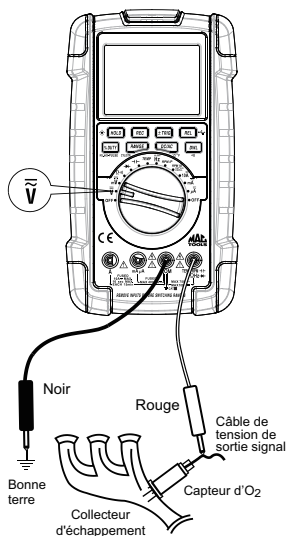
Consultez les spécifications du fabricant. Si le changement de tension ne correspond pas aux spécifications, recherchez des sources de résistance excessive avant de remplacer le potentiomètre : mauvais connecteurs, mauvaises connexions, ou ruptures de câblage.

REMARQUE : n'insérez pas les pointes de la sonde de test dans le TPS car ils peuvent endommager la prise la plus petite sur le connecteur du TPS.

Test du capteur d'oxygène (O₂)

Le capteur d'oxygène (Lambda) prend un échantillon du montant d'oxygène (O₂) dans le flux d'échappement. Le capteur d'O₂ fournit une tension de sortie qui est un rapport direct à la teneur en oxygène dans le flux d'échappement. L'ordinateur du véhicule utilise ce signal pour changer le rapport de mélange air/carburant.

Ce test vérifie les niveaux de tension de sortie du signal au niveau du capteur d'O₂.



Configuration du compteur afin de mesurer la tension de sortie du signal du capteur d'oxygène :

- Réglez le commutateur rotatif sur tension (\bar{V})
- Appuyez sur le bouton « DC/AC » jusqu'à « DC » s'affiche à l'écran
- Insérez le câble noir dans la prise « COM »
- Insérez le câble rouge dans la prise « \bar{V} ΩHz »
- Appuyez sur le bouton « REC » (sélectionne la fonction MAX.MIN.AVG)

Branchez :

- La sonde de test noire sur une bonne terre
- La sonde de test rouge au câble de tension de sortie de signal

REMARQUE : attention à ne pas vous brûler sur le collecteur d'échappement chaud.

Faites tourner le moteur au ralenti rapide (2 000 tr/mn) pendant quelques minutes. Les lectures de tension O₂ doivent balayer entre 100 mV (léger) et 900 mV (riche).

Une fois que le capteur O₂ atteint la température de fonctionnement, la lecture de tension continue devrait commencer à balayer. Dans des conditions de fonctionnement variables, la tension O₂ va augmenter et baisser, mais reste généralement sur une moyenne autour de 0.45 V CC.

Tests du capteur de pression

Les procédures de tests électriques recommandées pour les capteurs de pression comme la pression absolue de collecteur (MAP) et la pression barométrique (BP) varient grandement selon le type et le fabricant. Consultez le manuel d'entretien du fabricant pour les schémas, les caractéristiques, et les procédures de test.

Capteur de pression de type analogique. Un capteur analogique peut être testé en utilisant les tests de tension décrits pour potentiomètre à 3 fils. Utilisez une pompe à vide pour faire varier la pression sur le capteur au lieu de balayer le capteur.

Capteur de pression de type numérique. Un capteur numérique peut être testé en utilisant la fonction fréquence (Hz) du compteur avec la même série de tests que pour la tension du potentiomètre à 3 fils. Utilisez une pompe à vide pour faire varier la pression sur le capteur au lieu de balayer le capteur.

Dans tous les cas, consultez le manuel d'entretien du fabricant du véhicule pour les bonnes procédures de test.

REMARQUE : les tests de résistance sont impossibles pour les capteurs de pression car tous les capteurs de pression ont une sortie de tension ou de fréquence.

Tests des dispositifs de sortie (servomoteurs)

Les tests électriques pour les dispositifs de sortie varient selon le type et le fabricant. Consultez le manuel du fabricant du véhicule pour les schémas, les caractéristiques, et les procédures de test.

Les dispositifs de sortie principaux génèrent une forme de signal de marche/arrêt électromagnétique, qui est généralement l'un de ces trois signaux :

- Marche ou Arrêt uniquement (par ex., interrupteurs)
Pour contrôler un dispositif marche/arrêt comme un interrupteur, effectuez les tests de continuité l'interrupteur en position Marche et Arrêt.
- Largeur d'impulsions (par ex., injecteurs de carburant)
La largeur d'impulsions est la longueur de temps pendant lequel un dispositif de sortie (servomoteur) est alimenté. Pour vérifier les injecteurs de carburant, mesurez la période de marche en utilisant la fonction de mesure de largeur d'impulsions.
- Cycle de service (par exemple, solénoïde de contrôle de mélange)
Le cycle de service (ou facteur de service) est le pourcentage de temps dans lequel un signal est supérieur ou inférieur à un niveau de déclencheur pendant un cycle. La durée de la période de marche est mesurée en pourcentage du total du cycle marche/arrêt. Pour contrôler un solénoïde de contrôle de mélange, mesurez le pourcentage de la période haute (+) ou basse (-) dans un cycle de service. Dans la plupart des équipements électroniques automobiles, la période basse (-) est la période de marche.

9. APERÇU DES TESTS DES SYSTÈMES ÉLECTRIQUES AUTOMOBILES

Tests du système électrique

Systèmes et composants pour automobile	Type de mesure				
	Présence et niveau de tension	Chute de tension	Courant (A)	Résistance (ohm)	Fréquence (Hz)
Système de charge					
Alternateurs	•		•		•
Connecteurs	•	•		•	
Diodes		•		•	
Régulateurs	•				•
Système de refroidissement					
Connecteurs	•	•		•	
Moteurs de ventilateur	•		•	•	
Relais	•	•		•	
Interrupteurs de température	•	•		•	
Contact					
Bobines	•			•	
Condensateurs	•			•	
Connecteurs	•	•		•	
Jeu de contacts (points)	•			•	
Capteurs MAF	•			•	
Capteur magnétique	•		•	•	
Capteurs MAP/BP	•			•	
Capteurs O ₂	•			•	
Système de démarrage					
Batteries	•	•			
Connecteurs		•	•		
Verrouillages			•		
Solénoïdes	•	•		•	
Démarrateurs	•	•	•		

Guide des applications

Courant CC*	Pointeur analogique	Continuité	▲	% de service	HZ	Température	Milliampères	Millivolts	ENREGISTREMENT	Ohms	Ms impulsion	RÉGIME	MAINTIEN	Tension CA	Tension CC	RELAIS	CAME	⊕
-------------	---------------------	------------	---	--------------	----	-------------	--------------	------------	----------------	------	--------------	--------	----------	------------	------------	--------	------	---

ALLUMAGE/MOTEUR

Bobines						•			•						•			
Capteurs de température informatiques						•			•	•					•	•		
Condenseurs (condensateurs)	•					•			•	•			•		•			•
Connecteurs		•				•		•	•	•			•		•			
Jeu de contacts	•	•		•		•		•		•					•			
Couvercle du distributeur									•									•
Vitesse moteur												•						
Carburateurs de retour				•	•				•					•	•		•	
Injecteurs de carburant (électroniques)	•			•	•				•	•					•		•	
Capteurs de type Hall	•			•	•			•	•		•			•	•			
Moteurs d'air au ralenti	•			•	•	•	•		•	•	•						•	
Modules d'allumage	•							•		•					•			
Capteur MAF					•				•					•				
Capteurs magnétiques	•	•			•			•		•		•		•	•			
Capteurs MAP & BP	•				•				•						•			
Capteurs d'O2	•				•			•	•									
Capteurs de position de papillon	•								•	•					•	•		

SYSTÈME DE DÉMARRAGE

Batterie	•					•			•						•			
Connecteurs						•		•		•			•		•	•		
Verrouillages (interrupteur de sécurité neutre)			•						•	•					•			
Solénoïdes			•			•	•	•	•	•					•			
Démarreurs	•					•		•	•			•			•	•		

SYSTÈME DE REFROIDISSEMENT

Connecteurs			•					•	•	•			•		•			
Moteur de ventilateur			•			•				•					•			
Radiateur						•			•									
Relais			•					•	•	•					•			
Capteurs thermiques						•			•	•								
Interrupteurs de température						•			•		•	•	•	•	•			

Guide des applications

Courant CC*	Pointeur analogique	Continuité	▲	% de service	HZ	Température	Milliampères	Millivolts	ENREGISTREMENT	Ohms	Ms impulsion	RÉGIME	MAINTIEN	Tension CA	Tension CC	RELAIS	CAME	⚡
-------------	---------------------	------------	---	--------------	----	-------------	--------------	------------	----------------	------	--------------	--------	----------	------------	------------	--------	------	---

SYSTÈME DE CHARGE

Alternateurs	•			•		•			•	•				•	•			
Régulateurs informatisés	•				•				•		•				•		•	
Connecteurs			•					•	•	•			•					
Diodes, (ondulation CA)									•	•				•				
Diode redresseuse			•	•												•		
Régulateurs	•	•								•	•				•			

CORPS ÉLECTRIQUE

Compresseur d'embrayage			•					•		•			•		•			
Circuits d'éclairage			•							•					•			
Diodes relais et moteur			•															
Transmissions			•						•	•								

* Utilisé avec une sonde de courant continu

10. CARACTÉRISTIQUES

La précision est spécifiée pour une période d'un an après l'étalonnage et à 18°C et 28°C, avec une humidité relative de $\leq 80\%$.

Sauf là où indiqué spécifiquement, la précision de la valeur efficace vraie est spécifiée sur une plage de 10 % à 100 %; facteur de crête : $< 3 : 1$

Les spécifications de la précision sont sous forme de :
 $\pm(\% \text{ de la lecture}) + [\text{nombre de chiffres les moins significatifs}]$

Tension CC

Plage	Résolution	Précision
400 mV	0.1 mV	$\pm (0.3\% + 2)$
4 V	0.001 V	
40 V	0.01 V	
400 V	0.1 V	
1 000 V	1 V	$\pm (0.75\% + 3)$

Impédance du signal d'entrée : environ $10M\Omega$

Tension CA

Plage	Résolution	Précision	
		50 Hz - 60 Hz	45 Hz - 1 kHz
4 V	0.001 V	$\pm (0.75\% + 3)$	$\pm (2.5\% + 5)$
40 V	0.01 V		
400 V	0.1 V		
750 V	1 V	$\pm (0.75\% + 5)$	

Impédance du signal d'entrée : environ $10M\Omega$

Affichage : valeur efficace véritable

Courant CC

Plage	Résolution	Précision
400 μ A	0.1 μ A	$\pm (0.5 \% + 1)$
4 000 μ A	1 μ A	
40 mA	0.01 mA	$\pm (0.8 \% + 3)$
400 mA	0.1 mA	
4 A	0.001 A	$\pm (1.5 \% + 5)$
10 A	0.01 A	

Courant CA

Plage	Résolution	Précision
400 μ A	0.1 μ A	$\pm (0.8 \% + 1)$
4 000 μ A	1 μ A	
40 mA	0.01 mA	$\pm (1.2 \% + 5)$
400 mA	0.1 mA	
4 A	0.001 A	$\pm (2.0 \% + 5)$
10 A	0.01 A	

Affichage : valeur efficace véritable

Plage de fréquences : 45 Hz - 1 kHz

Résistance

Plage	Résolution	Précision
400 Ω	0.1 Ω	$\pm (0.5 \% + 10)$
4 k Ω	0.001 k Ω	
40 k Ω	0.01 k Ω	$\pm (0.5 \% + 3)$
400 k Ω	0.1 k Ω	
4 M Ω	0.001 M Ω	$\pm (1.5 \% + 10)$
40 M Ω	0.01 M Ω	

Tension du circuit ouvert : < 3 V c.c.

Test de diodes

Plage	Description	Remarque
2.000 V	La chute de tension directe approximative de la diode est affichée à l'écran.	Tension du circuit ouvert : environ 3 V c.c. Courant de test : environ 0.24 mA

Test de continuité

Description	Remarque
Le signal sonore retentit si la résistance est inférieure à environ 40 Ω. Le signal sonore ne retentit pas si la résistance est supérieure à 150 Ω. Le signal sonore peut retentir ou non si la résistance est comprise entre 40 Ω et 150 Ω.	Tension du circuit ouvert : environ 3 V c.c.

Capacitance

Plage	Résolution	Précision
1 µF	0.001 µF	± (2.0 % + 5)
10 µF	0.01 µF	
100 µF	0.1 µF	± (3.0 % + 5)
1 000 µF	1 µF	± (5.0 % + 5)

Remarque : la précision est pour les condensateurs à absorption diélectrique très faible.

Température

Plage	Résolution	Précision
-40 °C à 0 °C	0.1 °C	± (4.0 °C + 3 chiffres)
0 °C à 400 °C	0.1 °C	± (2 % + 3 °C)
400 °C à 1 370 °C	1 °C	± 3.0 % du relevé
-40 °F à 0 °F	0.1 °F	± (7.2 °F + 3 chiffres)
0 °F à 400 °F	0.1 °F	± (2 % + 5.4 °F)
400 °F à 2 498 °F	1 °F	± 3.0 % du relevé

Utilisez un thermocouple de type K.

Remarque :

1. La précision ne comprend pas une éventuelle erreur de la sonde à thermocouple.
2. Les spécifications de précision supposent que la température ambiante est stable à ±1 °C. Pour les changements de température ambiante de ±5 °C, la précision nominale s'applique après 1 heure.

Fréquence (Hz H-Sen)

Plage	Résolution	Précision
200 Hz	0.01 Hz	± (0.05 % + 2)
2 000 Hz	0.1 Hz	
20 kHz	0.001 kHz	
200 kHz	0.01 kHz	

Fréquence minimum : 0.5 Hz

Sensibilité : 250 mV

RÉGIME IP

Plage	Résolution	Précision
30 - 9 000 tr/mn	1 tr/mn	± (0,5 % + 2)

7 niveaux de déclenchement sélectionnables et pentes ±

RÉGIME IG

Plage	Résolution	Précision
60 - 12 000 tr/mn	1 tr/mn	± (0,5 % + 2)

7 niveaux de déclenchement sélectionnables et pentes ±

9 nombres de cylindres sélectionnables : 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12

Cycle de service

Plage	Résolution	Précision
0.0 % - 99.9 %	0.1 %	± (0.2 %/kHz + 1)

Largeur d'impulsions : > 2 µs

7 niveaux de déclenchement sélectionnables et pentes ±

Angle de came

Plage*1	Résolution	Précision
0.0° - 356.4°	0.1°	± (1.2°/krpm + 2)

Largeur d'impulsions : > 2 µs

7 niveaux de déclenchement sélectionnables et pentes ±

9 nombres de cylindres sélectionnables : 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12

*1 plage de mesure peut varier selon le régime moteur et la pente de déclenchement.

Largeur d'impulsions

Plage	Précision
0.1 ms - 1 999.9 ms	± (0.5 % + 1)

Largeur d'impulsions : > 2 µs

7 niveaux de déclenchement sélectionnables et pentes ±

Fréquence (Hz automobile)

Plage	Résolution	Précision
200 Hz	0.01 Hz	± (0,5 % + 2)
2 000 Hz	0.1 Hz	

Fréquence minimum : 0.5 Hz

7 niveaux de déclenchement sélectionnables et pentes ±

11. SPÉCIFICATIONS GÉNÉRALES

Affichage (ACL) :

- Numérique : points - 4 000 (plage de fréquences : 20 000)
Mises à jour - 1 fois par seconde en régime, fréquence, cycle de service, came,
et largeur d'impulsions;
3 fois/seconde dans toutes les autres fonctions
- Entrée analogique : 2 × 41 segments
Mises à jour - 20 fois/seconde

Protection des fusibles :

- mA ou μ A : fusible rapide 1 000 V/500 mA, Min. Coupure nominale 10 000 A
A : fusible rapide 1 000 V/10 A, Min. Coupure nominale 10 000 A

Degré IP : IP20

Température d'entreposage : -20 °C à 60 °C (-4 °F à 140 °F)

Température de fonctionnement : 0 °C à 45 °C (32 °F à 113 °F)

Humidité relative : 0 % à 80 % (0 °C à 35 °C; 32 °F à 95 °F)
0 % à 70 % (35 °C à 45 °C; 95 °F à 113 °F)

Coefficient de température : 0.15 x (précision spécifiée)/°C (< 18 °C ou > 28 °C; < 64 °F
ou > 82 °F)

Pile : pile 9 V, 6F22 ou équivalent, 1 pièce

Dimensions : 209 × 117.5 × 70 mm

Poids : environ 637 g (pile comprise)

12. ENTRETIEN

Entretien général

Nettoyez périodiquement le boîtier avec un chiffon humide imprégné et un peu de détergent doux. N'utilisez pas de produits abrasifs ni de solvants.

Utilisez la procédure suivante pour nettoyer les bornes :

1. Mettez le commutateur rotatif en position Arrêt (**OFF**) et retirez tous les câbles de test du compteur.
2. Secouez pour enlever toute saleté pouvant se trouver dans les bornes.
3. Imbibez une nouvelle éponge avec de l'alcool.
4. Travaillez l'éponge autour de chaque borne.


Si vous n'utilisez pas le compteur pendant plus de 60 jours, enlevez la pile et stockez-la à part.

Remplacement de la pile et du fusible

AVERTISSEMENT

POUR ÉVITER TOUT CHOC ÉLECTRIQUE OU BLESSURE, RETIREZ LES CÂBLES DE TEST ET TOUT SIGNAL D'ENTRÉE AVANT DE REMPLACER UN FUSIBLE OU LA PILE.

POUR ÉVITER LES DOMMAGES OU BLESSURES, METTEZ UNIQUEMENT DES FUSIBLES AUX VALEURS NOMINALES INDICUÉES.

POUR ÉVITER LES FAUSSES MESURES, CE QUI POURRAIT ENTRAÎNER DES BLESSURES OU UNE DÉCHARGE ÉLECTRIQUE, REMPLACEZ LA PILE DÈS QUE L'INDICATEUR DE PILE FAIBLE APPARAÎT ().

Pour remplacer la pile :

1. Réglez le commutateur rotatif sur arrêt (**OFF**) et retirez tous les câbles de test du compteur.
2. Retirez la vis du couvercle de la pile et enlevez le couvercle.
3. Remplacez l'ancienne pile par une neuve de même type.
4. Réinstallez le couvercle et la vis.

Remplacement du fusible :

1. Réglez le commutateur rotatif sur arrêt (**OFF**) et retirez tous les câbles de test du compteur.
2. Retirez la vis du couvercle de la pile et enlevez le couvercle.
3. Retirez les vis du couvercle arrière et mettez le couvercle arrière de côté doucement.
4. Remplacez le fusible grillé par un neuf aux mêmes valeurs nominales.
5. Remontez le couvercle arrière et ses vis. Puis réinstallez le couvercle de la pile et la vis.

Ce compteur utilise deux fusibles :

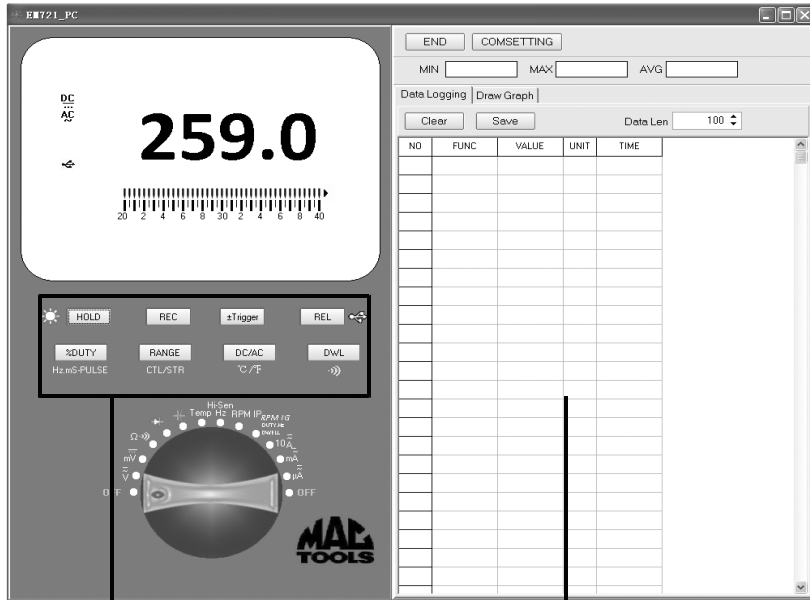
F1 : fusible rapide 1 000 V/500 mA, Ø de 6.35X32 mm, Min. Coupure nominale 10 000 A

F2 : fusible rapide 1 000 V/10 A, Ø de 10X38 mm, Min. Coupure nominale 10 000 A

13. INSTRUCTIONS POUR LE LOGICIEL DE COMMUNICATION MULTIMÈTRE - ORDINATEUR

Placez le CD fourni dans le lecteur CD-ROM de votre ordinateur. Trouvez le fichier « **EM721.exe** » dans le dossier « **EM721-PC** » sur le CD, double-cliquez sur ce fichier pour lancer le logiciel de communication. Branchez le fil USB fourni sur un port USB sur le dessus du compteur, et raccordez l'autre extrémité du fil à un port USB de votre ordinateur. Allumez le compteur. Puis appuyez sur et maintenez le bouton « **REL** » sur le compteur pendant environ 1 seconde pour démarrer la fonction de communication USB; « **↔** » apparaît sur l'écran du compteur comme indication. (**REMARQUE** : une fois que vous avez fini avec la fonction de communication USB, coupez cette fonction pour économiser la batterie en appuyant et en maintenant enfoncé ce bouton « **REL** » pendant environ 1 seconde.)

Lancez le logiciel de communication, l'interface EM721-PC suivante s'affiche :

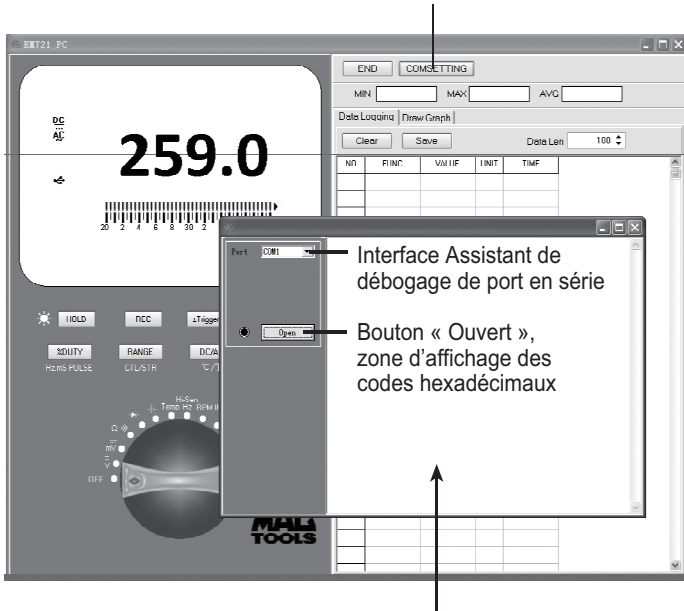


Boutons

Les valeurs du compteur seront communiquées ici.

Cliquez sur le bouton « **COMSETTING** », l'interface Assistant débogage de port en série apparaît.

Bouton « COMSETTING »

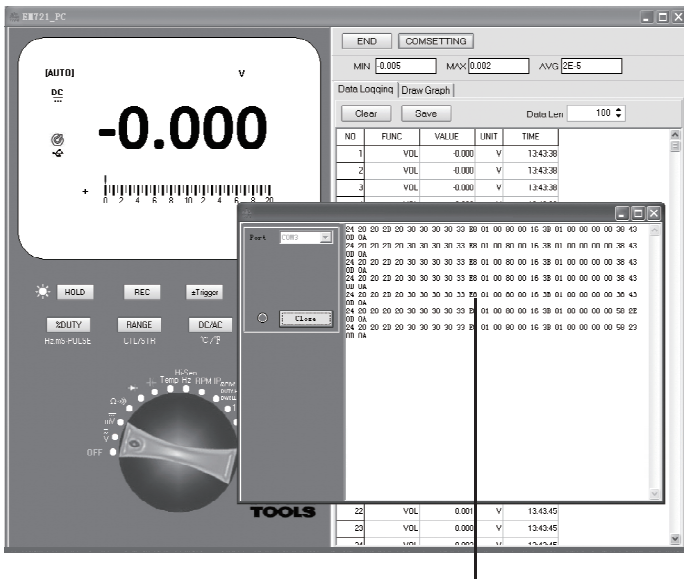


Interface Assistant de débogage de port en série

Bouton « Ouvert », zone d'affichage des codes hexadécimaux

Menu déroulant des ports en série

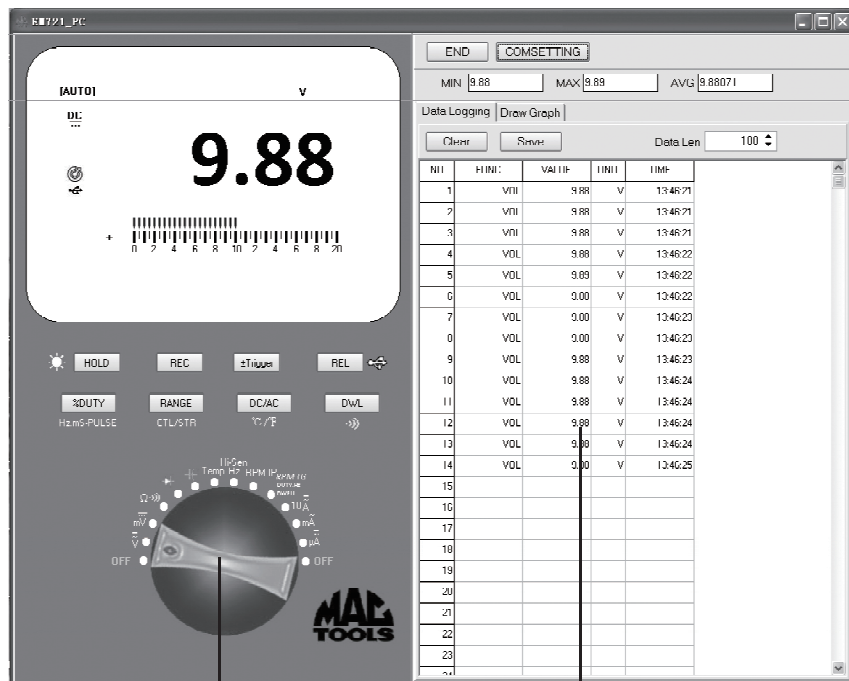
Dans le menu déroulant de port en série de l'interface Assistant débogage de port en série, sélectionnez le port en série d'ordinateur qui est utilisé par le compteur. Cliquez sur le bouton Ouvrir (**Open**) sur cette interface, le bouton Ouvrir (**Open**) change en Fermer (**Close**).



Codes hexadécimaux

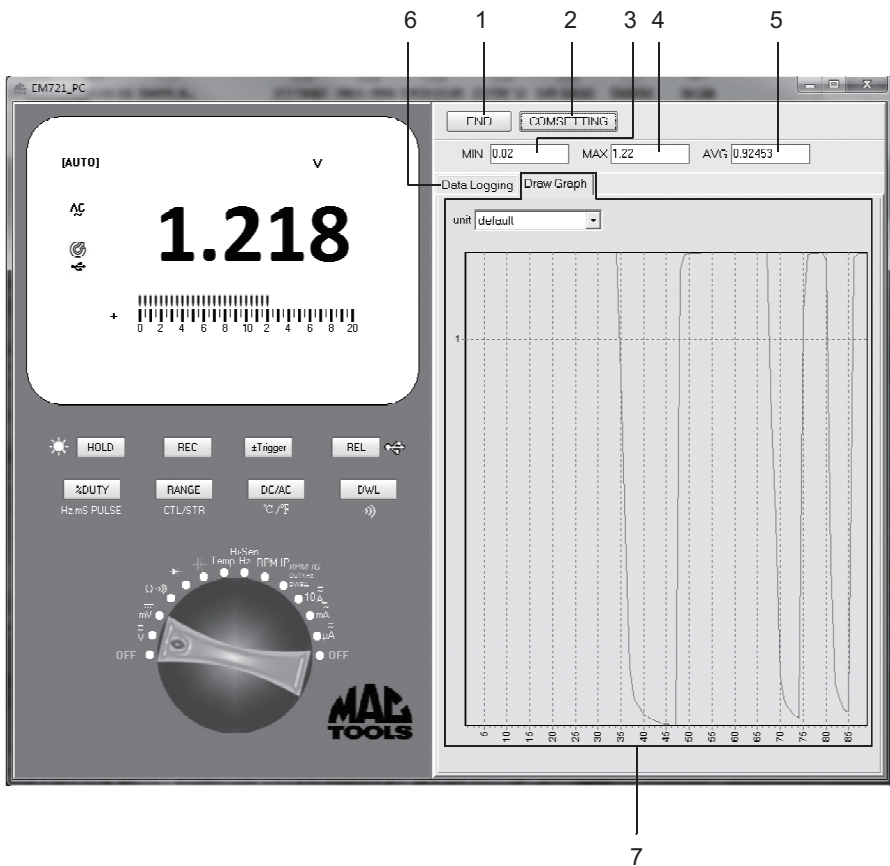
Quand une série de codes hexadécimaux apparaît sur la zone vierge de l'interface Assistant débogage de port en série, la zone d'affichage sur la partie supérieure gauche de l'interface M721-PC affiche les lectures du compteur en mode de presque en temps réel. Fermez l'interface Assistant débogage de port en série en cliquant sur le bouton « X » dans le coin supérieur droit de l'interface Assistant débogage de port en série. Maintenant le compteur est correctement branché à l'ordinateur. (Cliquez sur le bouton Fermer (**C**lose) sur l'interface Assistant débogage de port en série pour arrêter le transfert des données du compteur à l'ordinateur.)

Les huit boutons de la moitié gauche de l'interface EM721-PC correspondent aux boutons sur le compteur, respectivement. Vous pouvez utiliser les boutons de l'interface de la même façon que vous utilisez les boutons sur le compteur, mais le bouton « REL » sur l'interface ne peut être utilisé pour mettre en marche ou arrêter la fonction de communication USB du compteur. Pour mettre en marche ou arrêter la fonction de communication USB du compteur, appuyez sur et maintenez le bouton « REL » sur le compteur pendant 1 s. En outre, le commutateur rotatif sur la partie gauche de l'interface ne fonctionne pas et ne peut pas être utilisé.



Ce commutateur rotatif n'est pas fonctionnel.

Les lectures du compteur apparaissent dans le tableau ici.



Explications :

- Bouton END/START** - - - Utilisé pour arrêter/commencer le transfert des données.
- Bouton COMSETTING** - - - Utilisé pour afficher l'interface Assistant débogage de port en série
- Boîte « MIN »** - - - Affiche automatiquement la lecture minimale de toutes les lectures répertoriées dans le tableau de l'onglet « Journalisation ».
- Boîte « MAX »** - - - Affiche automatiquement la lecture maximale de toutes les lectures répertoriées dans le tableau de l'onglet « Journalisation ».
- Boîte « AVG »** - - - Affiche automatiquement la lecture moyenne de toutes les lectures répertoriées dans le tableau de l'onglet « Journalisation ».
- Onglet « Journalisation »** - - - Utilisé pour afficher des données transférées sous forme de tableau.
Bouton « Effacer » - - - Utilisé pour effacer toutes les données figurant sur le tableau sur l'onglet « Journalisation ».
Bouton « Enregistrer » - - - Utilisé pour enregistrer les données figurant dans le tableau « Journalisation » comme un fichier.
Boîte « Long. données » - - - Utilisée pour fixer le nombre maximum de données qui peuvent être affichées dans le tableau de l'onglet « Journalisation ».
- Onglet « Graphique »** - - - Utilisé pour montrer le graphique des mesures indiquées dans le tableau de l'onglet « Journalisation ».
Menu déroulant « Unité » - - - Utilisé pour sélectionner une unité souhaitée pour l'axe Y.

REMARQUE

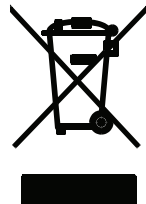
1. Ce manuel peut être modifié sans préavis.
2. Notre société décline toute autre responsabilité en cas de perte.
3. Le contenu de ce manuel ne peut être utilisé pour toute utilisation spéciale de ce compteur.

ÉLIMINATION DE CET ARTICLE

Cher client, chère cliente,

Si vous décidez à un moment de mettre cet article au rebut, veuillez vous rappeler que beaucoup de ses éléments sont constitués de matières précieuses, qui peuvent être recyclées.

Veuillez ne pas jeter cet appareil avec les ordures ménagères, mais vérifiez auprès de votre Conseil local pour trouver les installations de recyclage de votre région.





SERVICE À LA CLIENTÈLE

Chez Mac Tools, nous nous engageons à servir nos clients. Pour joindre directement l'un de nos techniciens d'assistance, veuillez appeler le numéro de téléphone suivant. Ils seront ravis de répondre à toutes vos questions concernant la réparation ou la garantie de votre multimètre numérique.

**Mac Tools
505 North Cleveland Avenue
Suite 200
Westerville, Ohio 43082
800.MACTOOLS
MACTOOLS.COM**