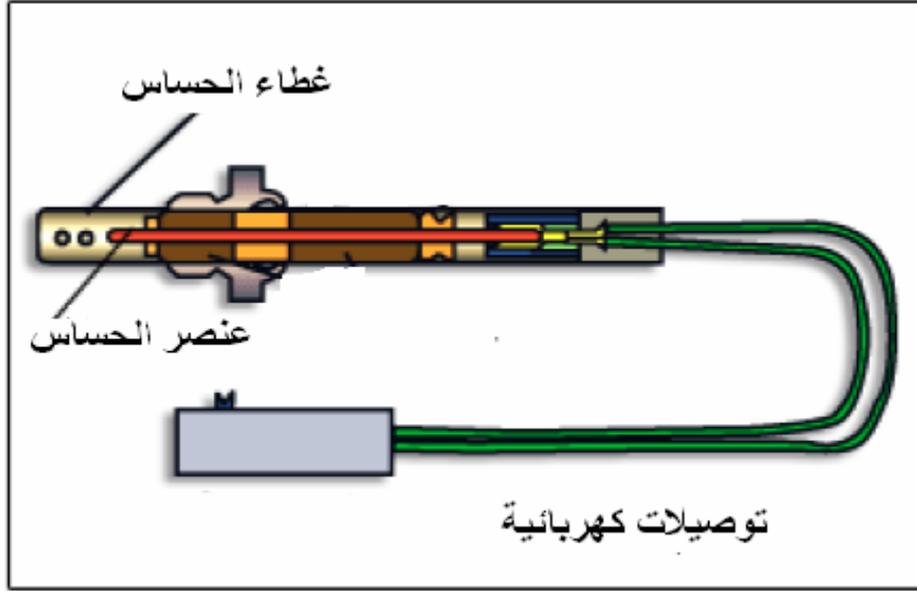


# حساس الأكسجين



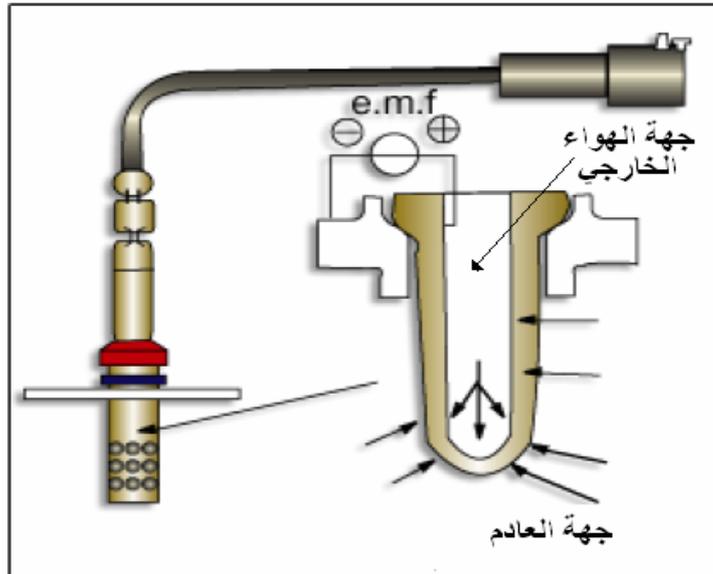
## التركيب:

١. غطاء الحساس
٢. عنصر الحساس
٣. مدفأة
٤. توصيلات كهربائية

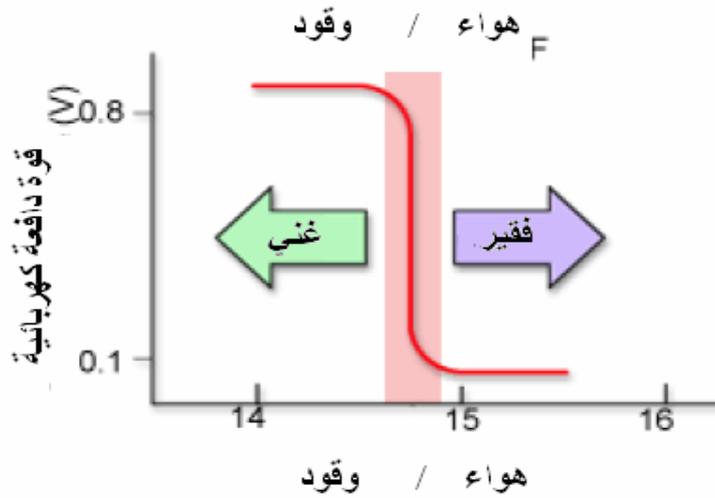
## مبدأ العمل:

تؤمن المدفأة لعنصر الحساس درجة حرارة مناسبة وذلك ليعمل عنصر الحساس بكفاءة حتى لو كانت درجة حرارة العادم قليلة التي تكون عند بداية تشغيل المحرك ويتم التحكم بالمدفأة عن وحدة التحكم الإلكتروني في السيارة.

عنصر الحساس (المصنوع من مادة الزركونيوم) الذي ينتج قوة دافعة كهربائية (فولتية) عندما يكون بين تركيزين مختلفين للأكسجين حيث تنتقل ايونات الأكسجين من منطقة التركيز العالي إلى منطقة التركيز المنخفض وهذه الحركة للايونات تسبب في إنتاج القوة الدافعة الكهربائية وبالتالي ليعمل هذا الحساس يجب تامين منطقتين مختلفتين التركيز للأكسجين كما في الشكل التالي .



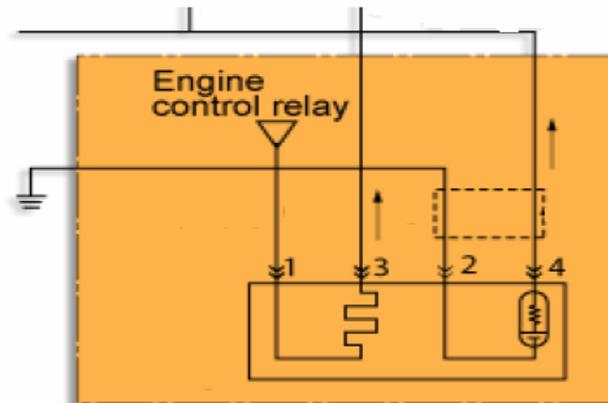
حيث يحتوي الحساس على منطقتين مختلفتين للتركيز بالنسبة للأكسجين واحدة تحتوي على الهواء الخارجي وهي ذات التركيز العاليي والأخرى ملاصقة للعادم وتكون ذات تركيز منخفض ، وتكون نسبة تركيز الأكسجين في العادم حسب الاحتراق في المحرك فعندما يكون الاحتراق غني بالوقود يكون تركيز الأكسجين في العادم قليل وبالتالي تكون نسبة الايونات المننتقلة عالية وبالتالي ينتج الحساس قوة دافعة كهربائية عالية نسبية تصل إلى 0.8 v ولكن عندما يكون الاحتراق فقير للوقود يكون تركيز الأكسجين عالي وبالتالي فان الايونات المننتقلة قليلة وبالتالي ينتج الحساس قوة دافعة كهربائية قليلة نسبيا تصل إلى 0.1 v ويختلف التركيز حسب نسبة الوقود للهواء في عملية الاحتراق ، ويتم إرسال هذه الإشارات ( قيم القوة الدافعة الكهربائية المنتجة من الحساس ) إلى وحدة التحكم الإلكتروني التي تقوم بدورها بتحليل هذه الإشارات و اتخاذ الحلول الصحيحة في تعديل نسبة الوقود والهواء في غرفة الاحتراق .



### الدائرة الكهربائية للحساس:

الشكل التالي يبين الدائرة الكهربائية لمجس الأكسجين.

وحدة التحكم الإلكتروني



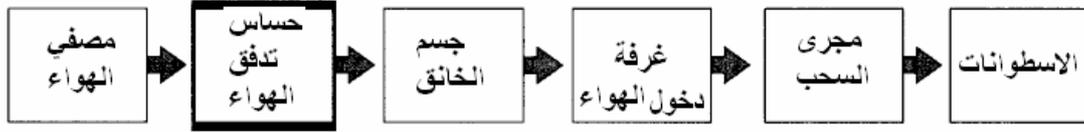
عند تشغيل المحرك يتم توصيل طرف المدفأة داخل الحساس عن طريق مرحل التحكم بالمحرك التي توصل الخط الموجب للمدفأة عن طريق خط رقم ( 1 ) وتكون تكملة دائرة المدفأة عن طريق خط رقم ( 3 ) الموصول مع وحدة التحكم الإلكتروني التي بدورها تعمل على التحكم بالمدفأة عن طريق خط السالب للمدفأة .

أما طرفا عنصر الحساس ( 2 ) وهو خط السالب و ( 4 ) وهو الخط الموجب المغذي للإشارات لوحدة التحكم الإلكتروني.

## ٢. مجس كمية الهواء المتدفق (Mass Air Flow(MAF) Sensor)

يبين الشكل (١-٢) المخطط الهيكلي لموقع مجس كمية الهواء المتدفق من دخول الهواء إلى مصفي الهواء و حتى اسطوانة المحرك.

### Air Flow Sensor حساس تدفق الهواء



الشكل (١-٢)

تعمل مجسات كمية الهواء المتدفق على تحويل كمية (حجم) الهواء الداخل إلى المحرك إلى إشارة فولتية، فوحدة التحكم الالكترونية تحتاج إلى معرفة حجم الهواء الداخل و ذلك لحساب حمل المحرك، و هذا ضروري لاتخاذ قرار كم حجم الوقود اللازم حقنه، و متى يجب إعطاء شرارة للاسطوانة، و متى يجب تغيير ناقل الحركة (تغيير السرعة).

يقع هذا المجس مباشرة في مجرى دخول الهواء ما بين مصفي الهواء و جسم الخانق ليتمكن من قياس الهواء الداخل.

هنالك عدة أنواع من مجسات كمية الهواء المتدفق،

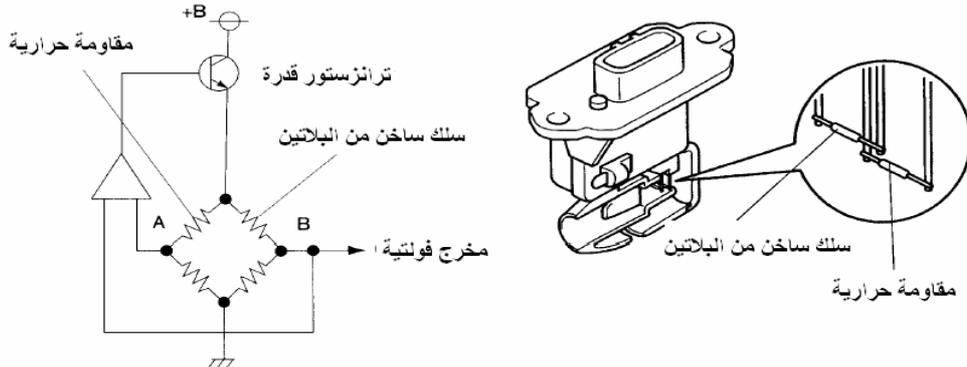
النوع الأول هو مجس نو القلاب (Vane (Flap) Air Flow Meter) والثاني هو دوامة كارمن (Karmen Vortex)، أما الاكثر شيوعا يسمى مجس كمية الهواء المتدفق (MAF).

### ٢,١ مجس كمية الهواء المتدفق ذو السلك الساخن Mass Air Flow Sensor: Hot wire Type

إن الأجزاء الرئيسية لهذا المجس، الشكل (٢-٢) هي:

- الثيرموستتر Thermistor.
- سلك ساخن من البلاتينيوم Platinum Hot Wire

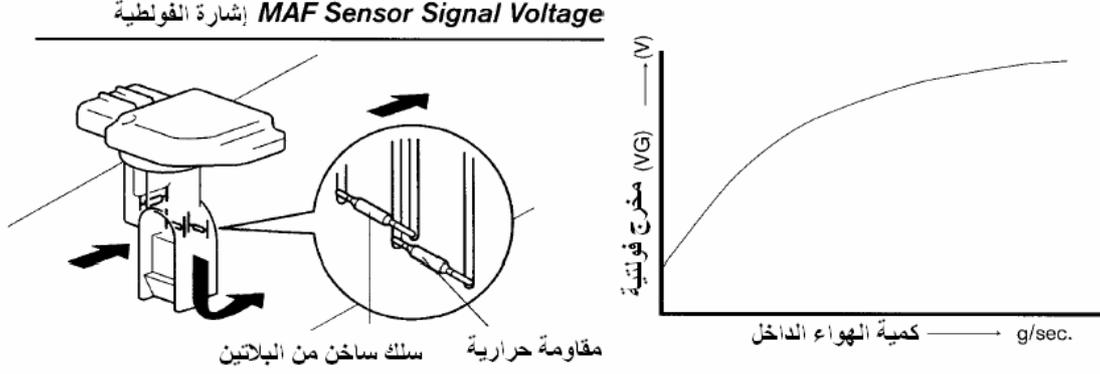
#### Hot Wire MAF Sensor حساس كمية الهواء المتدفق ذو السلك الساخن



الشكل (٢-٣): الأجزاء الرئيسية لمجس كمية الهواء المتدفق ذو السلك الساخن

الثيرميستور يقيس درجة حرارة الهواء الداخل، و السلك الساخن يبقى عند درجة حرارة ثابتة بالنسبة إلى الثيرميستور عن طريق دائرة التحكم الإلكترونية.

إن أي زيادة في تدفق الهواء سوف يتسبب للسلك الساخن بفقدان للحرارة بشكل أسرع و دائرة التحكم الإلكترونية سوف تقوم بالتعويض عن طريق إرسال تيار أكثر إلى السلك، و تعمل الدائرة الإلكترونية و بشكل تزامني على قياس تدفق التيار و تعطي إشارة فولتية (VG) ، انظر الشكل (٢-٣).



### الشكل (٣-٦): إشارة الفولتية لمجس كمية الهواء المتدفق ذو السلك الساخن

نسبة إلى تدفق التيار و بقياس مقاومة هذا السلك الساخن فإن الدائرة الإلكترونية تكون قادرة على تحديد درجة حرارة الهواء الداخل، يكون هذا السلك ساخنًا أي حوالي 100 درجة سلسيوسية، و تتم المحافظة على هذه الدرجة عن طريق تغيير التيار المتدفق من خلال السلك، و للهواء الداخل إلى المحرك تأثير تبريدي على السلك الحساس لذلك فإن التيار في هذا السلك تتم زيادته للحفاظ على درجة الحرارة، و كلما زاد تدفق الهواء فإن زيادة في التيار سوف تحدث أيضًا، و كلما قل تدفق الهواء فإن التيار سوف يقل أيضًا.

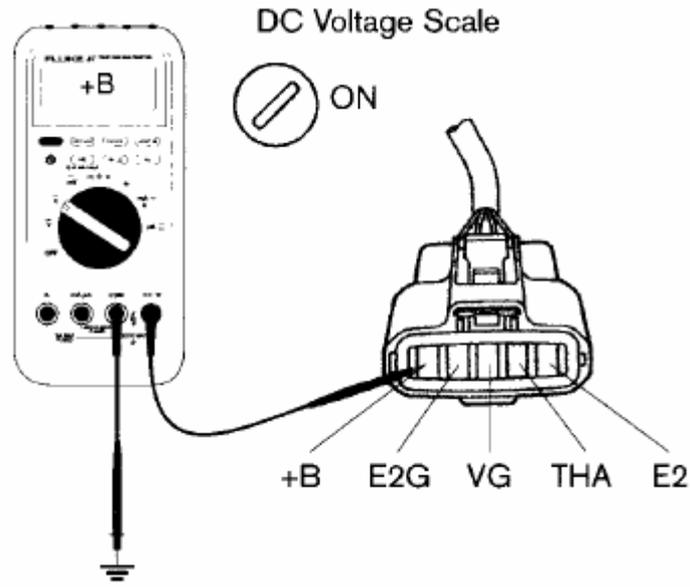
في النتيجة فإن التيار المتدفق يعطي نظير كهربائي منتظم من الهواء المتدفق و الذي تستخدمه وحدة التحكم الإلكترونية كعنصر تحكم لتزويد الوقود.

و هذا النوع من المجسات يحتوي بداخله مجس لقياس درجة حرارة الهواء الداخل و سوف يتم شرح مبدأ عمله لاحقًا و بالنظر إلى مخطط الدائرة الإلكترونية للمجس فتلاحظ وجود ارضي لمجس كمية الهواء المتدفق و أرضية E لمجس درجة حرارة الهواء الداخل.

### تشخيص مجس كمية الهواء المتدفق (Diagnosis) :

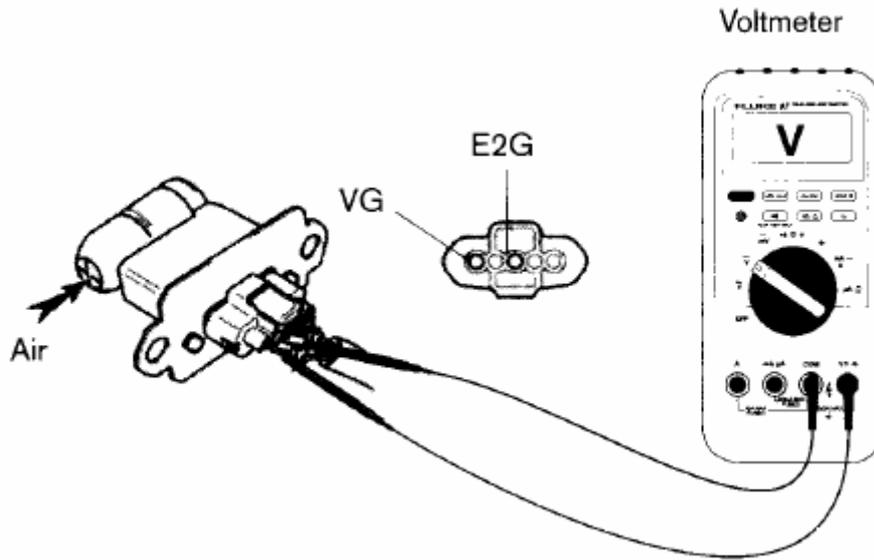
يتضمن التشخيص الفحص النظري، دائرة المجس و فحص مكوناته، يجب أن يكون ممر المجس خال من الأوساخ و الترسبات لكي يعمل بشكل جيد، فإذا كان الممر مفلتًا و ملونًا، فإن المحرك في الأغلب سوف يعمل، و لكنه سيعمل بشكل ضعيف أو يتوقف و من الممكن أن لا يعمل على تسجيل رموز أعطال التشخيص- (DTC (Diagnosis Trouble Codes).

الشكل (٢-٤) يبين كيفية فحص فولتية التزويد لهذا المجس.



الشكل (٢-٤): فحص الفولطية القادمة إلى المجس

طرف التوصيل (+B) يعمل على تزويد الفولطية إلى مجس كمية الهواء المتدفق (MAF)، (VG) - خط إشارة المجس، (E2G) - الأرضي، (THA) خط تزويد فولتية للثيرموسستور، (E2) الأرضي للثيرموسستور، الشكل (٢-٥) يبين طريقة فحص عمل مجس كمية الهواء المتدفق (MAF).

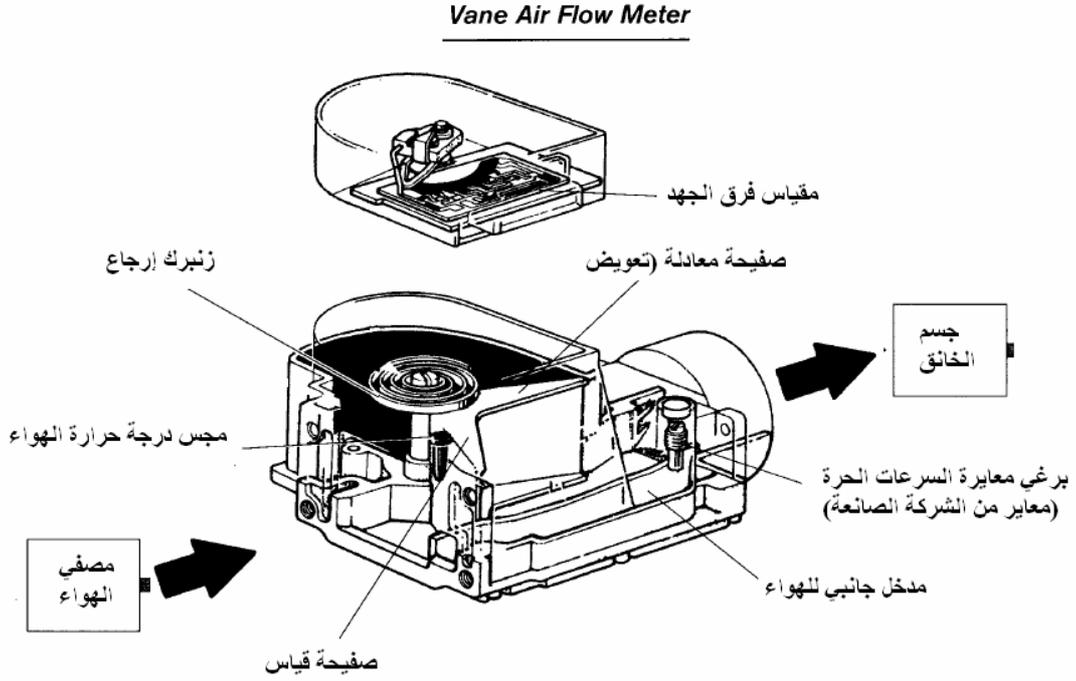


الشكل (٢-٥): فحص عمل مجس كمية الهواء المتدفق

يمكن فحص معظم مجسات كمية الهواء المتدفق عن طريق تزويد الطاقة و كذلك الأرضي إلى أطراف التوصيل الصحيحة، من ثم توصيل مقياس الفولطية إلى سلك الإشارة (VG)، و إدخال الهواء من خلال المجس.

## ٢,٢ مجس قياس تدفق الهواء ذو ريشة توجيهه (Van Air Flow Meter):

يعمل هذا الجهاز على تزويد وحدة التحكم الالكترونية بمعلومة عن قياس دقيق للحمل الواقع على المحرك، و تستعمل وحدة التحكم الالكترونية هذه المعلومة لحساب مدة ألبخ الأساسية للوقود و درجة تقديم الشرارة أيضا.



### الشكل (٦-٢): مكونات مجس قياس الهواء المتدفق ذو ريشة توجيهه

يتكون مجس قياس تدفق الهواء من الأجزاء التالية و المبينة في الشكل (٦-٢):

١. صفحة قياس Measuring Plate .
٢. صفحة معاادلة (تعويض) Compensation Plate .
٣. زنبرك إرجاع Return Spring .
٤. مقياس فرق الجهد (بنتشيوميتر) Potentiometer .
٥. مدخل جانبي للهواء Bypass Air Passage .
٦. برغي معايرة السرعات الحرة (معايير من الشركة الصانعة) Idle Adjusting Screw .
٧. مفتاح مضخة الوقود Fuel Pump Switch .
٨. مجس درجة حرارة الهواء (ITA) Intake Air Temperature .

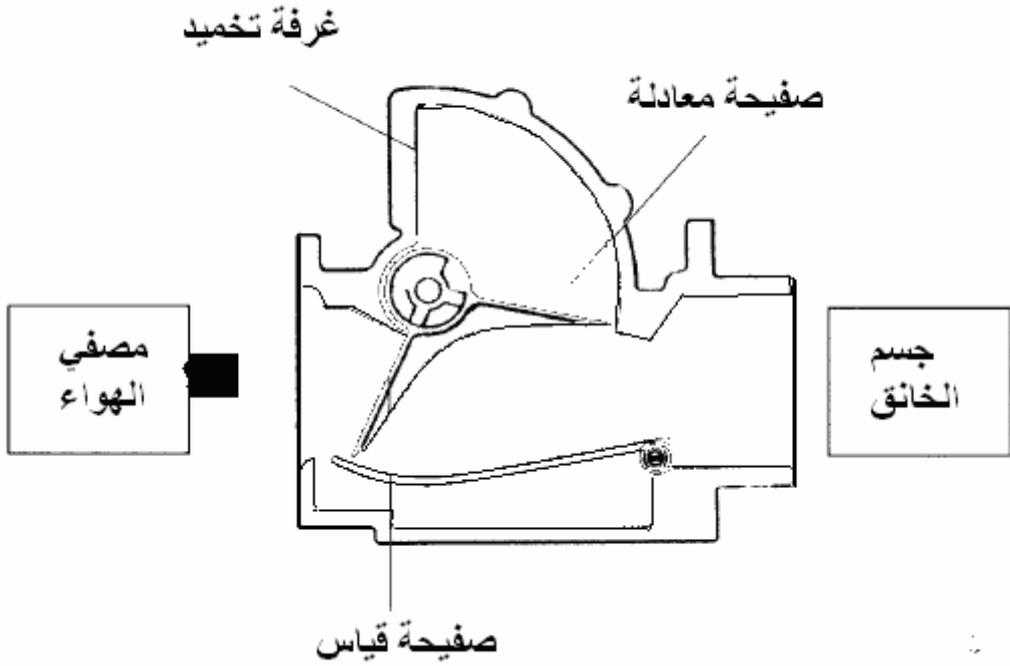
### مبدأ العمل:

أثناء عمل المحرك، فإن الهواء المتدفق سوف يؤثر ضد صفحة لقياس (و كذلك زنبرك الإرجاع) و يحرق الصفحة بما تتناسب مع حجم الهواء المتدفق من خلال الصفحة، الشكل (٦-٢).

صفحة المعاادلة (التعويض) (الموصولة مع صفحة القياس) تكون موجودة داخل غرفة التخميد و تعمل كممتص للصدمات لمنع التحرك السريع او اهتزاز صفحة القياس.

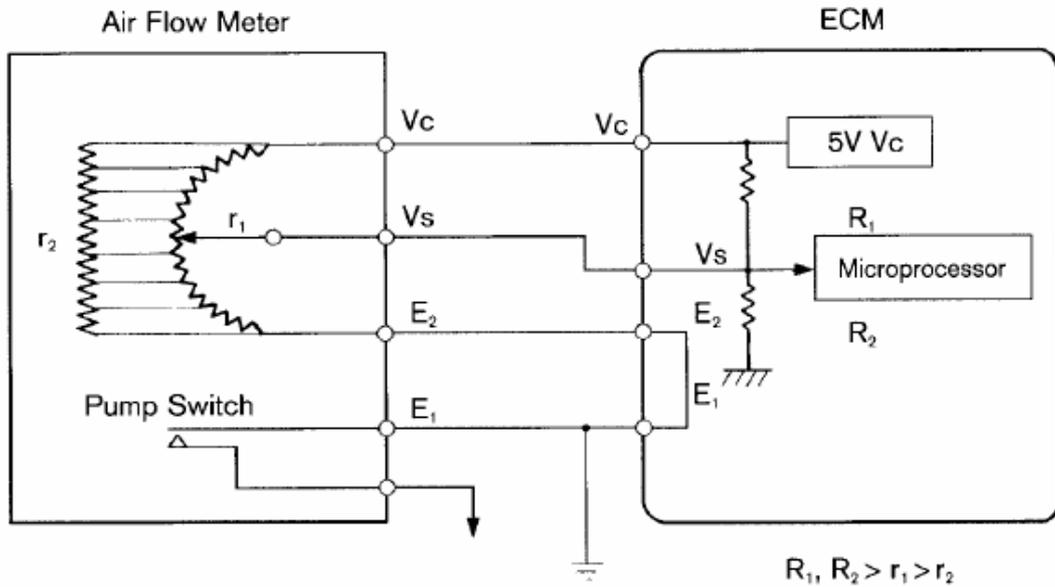
إن حركة صفحة القياس سوف تنقل من خلال عمود الى منزلق (Slider) (ذراع متحركة) على مقياس فرق الجهد (البنتشيوميتر) و حركة المنزلق ضد مقاومة البنتشيوميتر تسبب اشارة

فولطية متغيرة من خلال طرف التوصيل (VS) الى وحدة التحكم الالكترونية (VS) - اشارة الفولطية (Voltage Signal)، الشكل (٨-٦).



الشكل (٧-٢): مبدأ عمل مجس قياس تدفق الهواء ذو ريشة توجيه

بسبب العلاقة ما بين صفيحة القياس و البنثشيوميتر، فإن التغيرات في إشارات الفولطية سوف تكون نسبية إلى حجم الهواء الداخل.



الشكل (٨-٢): دارة مجس قياس تدفق الهواء ذو ريشة توجيه

المقاومة (r2) الموصولة على التوازي مع (r1) تسمح لمقياس كمية الهواء بأن يستمر بإعطاء إشارة VS (إشارة فولطية) في حال انه حدث فتح في البنثشيوميتر الرئيسي (r1)، يحتوي مقياس تدفق الهواء ذو ريشة توجيه أيضا على مفتاح لمضخة الوقود موصول إلى المقياس و الذي يغلق ليؤكد عمل المضخة في حال أن المحرك بدأ بالعمل و أيضا الهواء بدأ يتدفق.

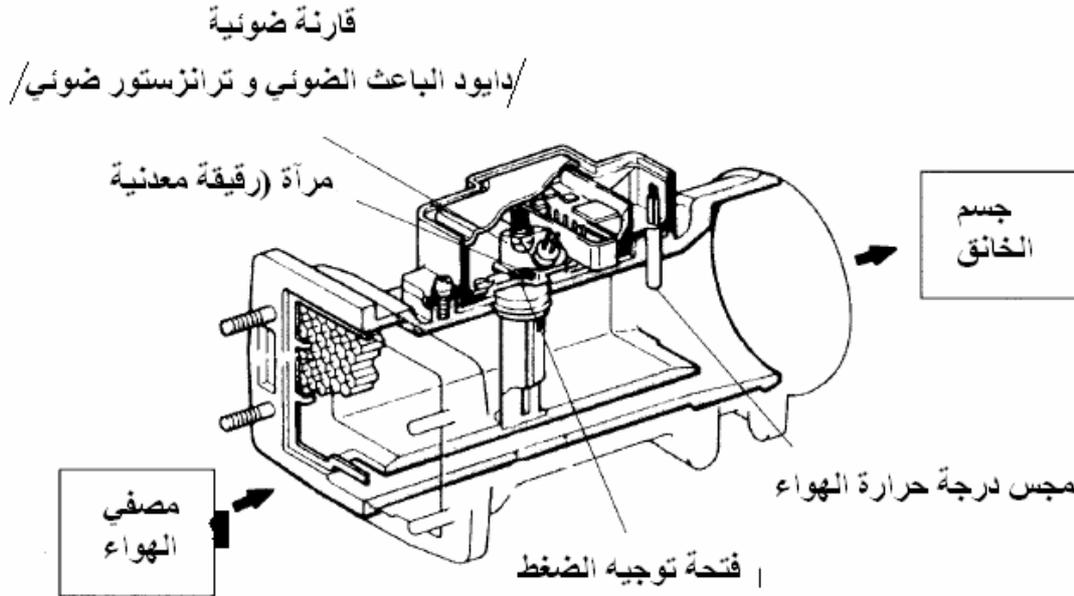
## ٢,٣ مجس قياس تدفق الهواء نوع دوامة كارمن

### Karmen Vortex Type (MAF) Sensor

يبين الشكل (٢-٩) مقياس تدفق الهواء من نوع دوامة كارمن و الذي يستخدم مرآة متحركة و بنتشيوميتر لقياس تدفق الهواء الداخل، و هو يقدم نفس نوع المعلومة (حجم الهواء الداخل) كما في المقياس ذو ريشة توجيهه.

و يتكون من الأجزاء الآتية:

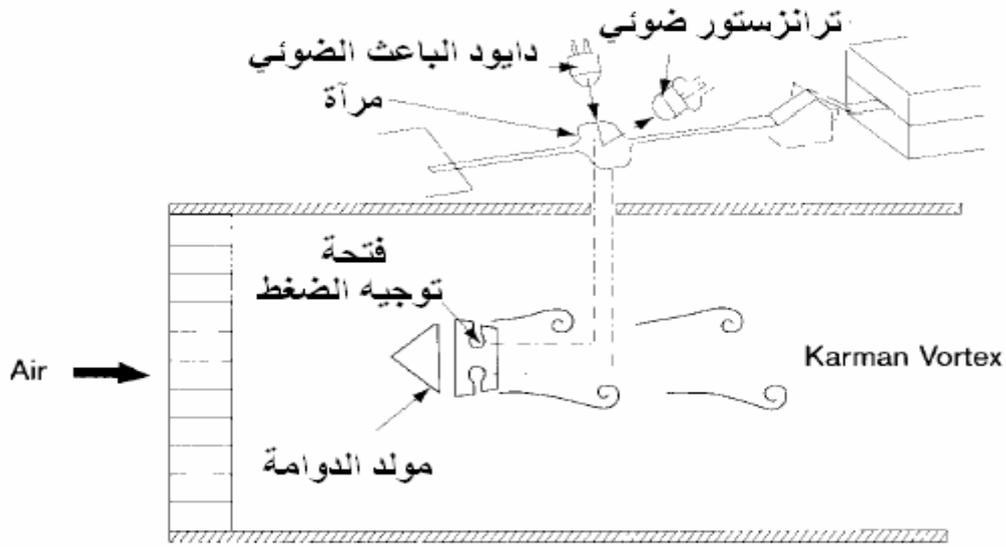
١. مولد الدوامة Vortex Generator .
٢. مرآة (رقيقة معدنية) Mirror (Metal Foil) .
٣. قارئة ضوئية (دايود الباعث الضوئي و ترانزستور ضوئي) Photo Coupler and photo transistor (LED)
٤. فتحة توجيه الضغط Pressure Directing Hole .
٥. مجس درجة حرارة الهواء الداخل Intake Air Temperature Sensor .



الشكل (٢-٩): مجس قياس تدفق الهواء من نوع دوامة كارمن

### مبدأ العمل

إن الهواء الداخل المؤثر ضد مولد الدوامة يحدث أثر دوامي الهواء في اتجاه المجرى، و هذا يشبه بشكل كبير الأثر الذي يحدثه القارب خلفه عند المسير في النهر، هذا الأثر أو الزخرفة تعود إلى ما يسمى "بدوامة كارمن" الشكل (٢-١٠) ترددات هذه الدوامات تتغير بالنسبة إلى سرعة الهواء الداخل (حمل المحرك).



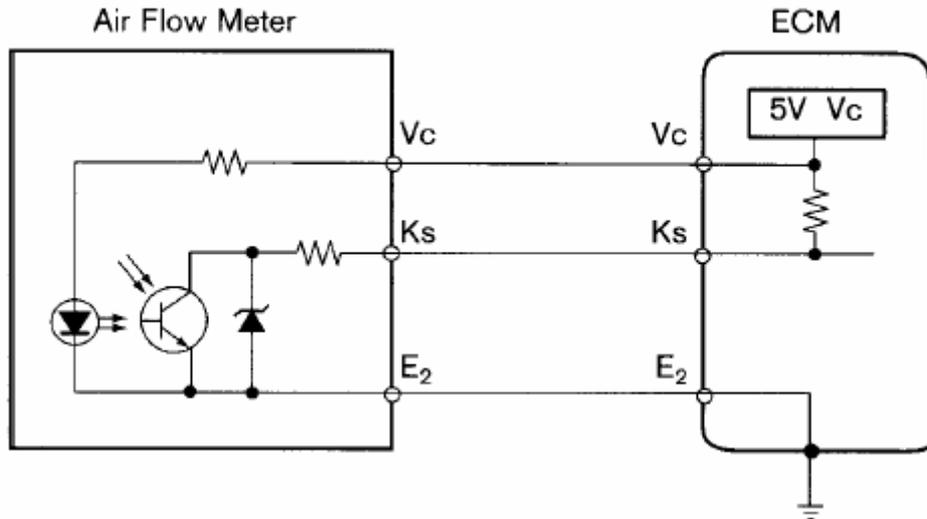
الشكل (٢-١٠): مبدأ عمل مجس قياس تدفق الهواء من نوع دوامة كارمن

تساق هذه الدوامات إلى فتحة توجيه الضغط و من بعدها تؤثر هذه الدوامات على الرقاقة المعدنية المرآة، تدفق الهواء ضد المرآة يتسبب لها بالتذبذب نسبة إلى تردد الدوامة.

و هذا يسبب الإضاءة من الديود الباعث الضوئي الخاص بالقياس الضوئية لتكون مطبقة بشكل متناوب أو متعاقب و بعيدا عن الترانزستور الضوئي.

و كنتيجة، فإن الترانزستور الضوئي سوف يتم توصيل الأرضي له بشكل متناوب أو بفتح إشارة  $\phi$  فولط إلى وحدة التحكم الالكترونية (KS- إشارة كارمن)، الشكل (٢-١١).

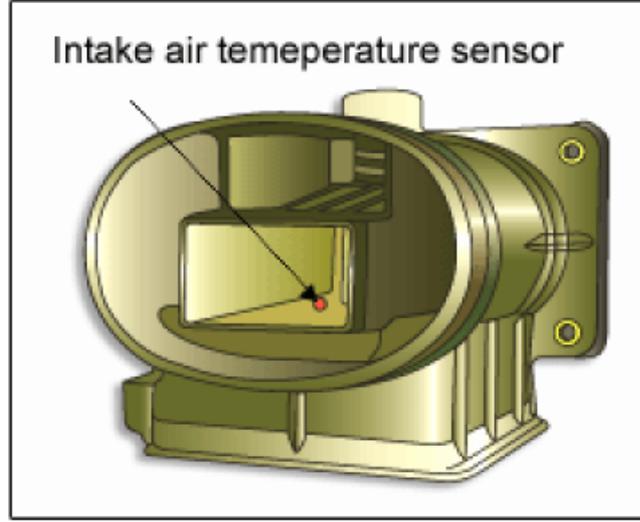
يحدث هذا النوع من المجسات إشارة فولطية مربعة قيمتها  $\phi$  فولط و التي يزداد ترددها نسبة إلى الزيادة في تدفق الهواء و لان طبيعة هذه الإشارة سريعة، و ترددها عال، فإن رؤية أو تحديد إشارة صحيحة عند الظروف التشغيلية المختلفة للمحرك يتطلب استخدام مقياس كهربائي ذو نوعية عالية مع إمكانية قياس الترددات أو استخدام راسم الإشارة Oscilloscope .



الشكل (٢-١١): دارة مجس قياس تدفق الهواء من نوع دوامة كارمن و تردد الإشارة

# حساس درجة حرارة الهواء الداخل

## Intake air temperature sensor



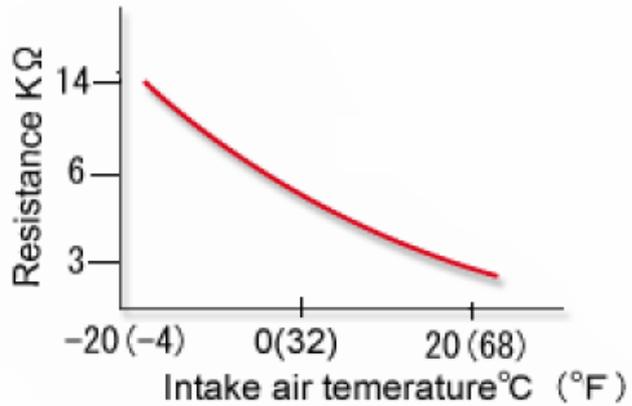
### التركيب:

١. جسم الحساس
٢. ثيرموستور
٣. اسلاك توصيل

يعمل هذا الحساس على تزويد وحدة التحكم الالكتروني للمحرك بمعلومات عن درجة حرارة الهواء الداخل للمحرك وهذا يسمح لوحدة التحكم الالكتروني بالتحكم بكمية حقن الوقود

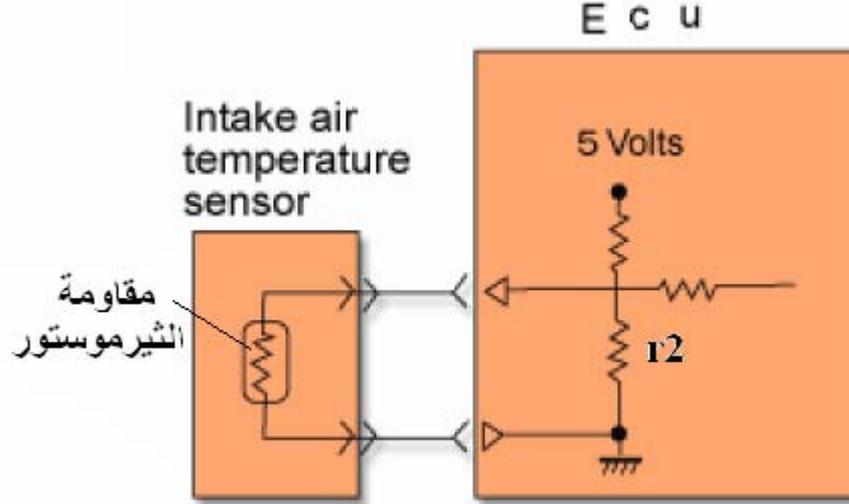
### مبدأ العمل:

\* يحتوي الثيرموستور على مقاومة كهربائية متغيرة مع درجة الحرارة تنقص قيمة هذه المقاومة كلما زادت درجة حرارة الهواء والعكس صحيح.  
\* ان تغير قيمة المقاومة للثيرموستور يؤدي الى تغير جهد مخرج الحساس المرسله لوحدة التحكم الالكتروني حيث يقل الجهد كلما زادت درجة الحرارة والعكس صحيح.



## الدائرة الكهربائية للحساس:

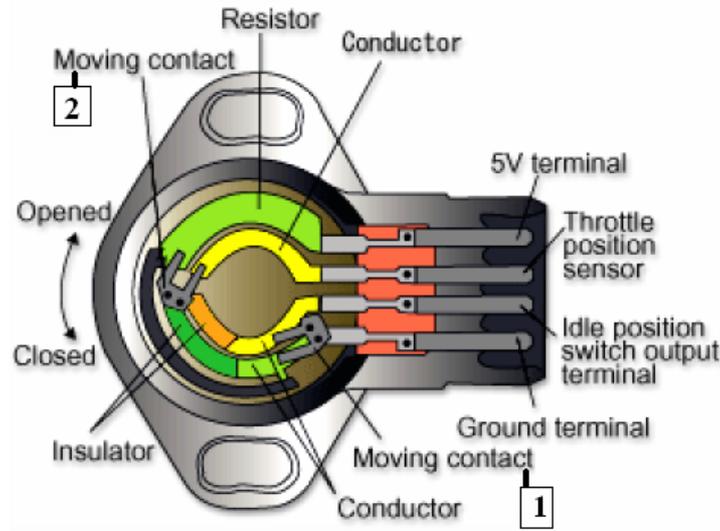
الشكل التالي يبين الدائرة الكهربائية لحساس درجة الهواء الداخل .



يتم تغذية الحساس بـ 5V من قبل وحدة التحكم الإلكتروني حيث ان  $r2$  تكون عبارة عن مقاومة موصولة على التوازي مع مقاومة الحساس (مقاومة الثيرموستور) ومن المعروف ان المقاومة الكلية لمقاومات على التوازي تكون اقل من اقل مقاومة فعند ازدياد درجة الحرارة تقل مقاومة الثيرموستور وبالتالي تقل المقاومة الكلية (بين  $r2$  ومقاومة الثيرموستور) فيقل الجهد المطبق على المقاومة الكلية حسب درجة حرارة الهواء تقوم وحدة التحكم الإلكتروني بمعرفة درجة حرارة الهواء الداخل وبالتالي اعطاء الحسابات الصحيحة لحقن الوقود في اسطوانات المحرك.

# حساس وضعية الخانق

## Throttle position sensor



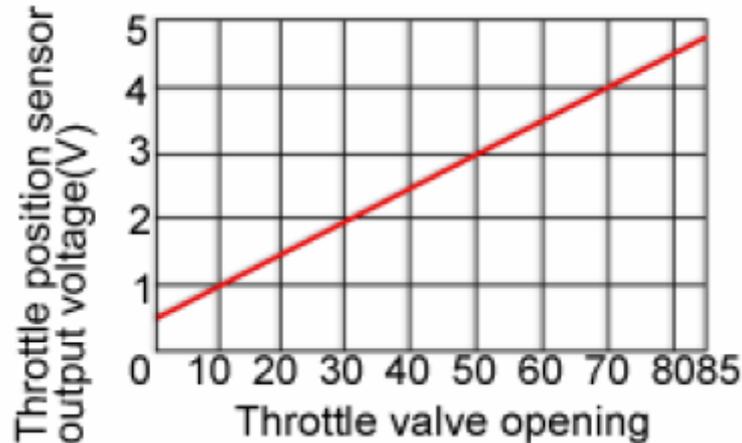
يبين الشكل السابق الاجزاء الرئيسية لحساس وضعية الخانق.

### الجزء والتوصيلات:

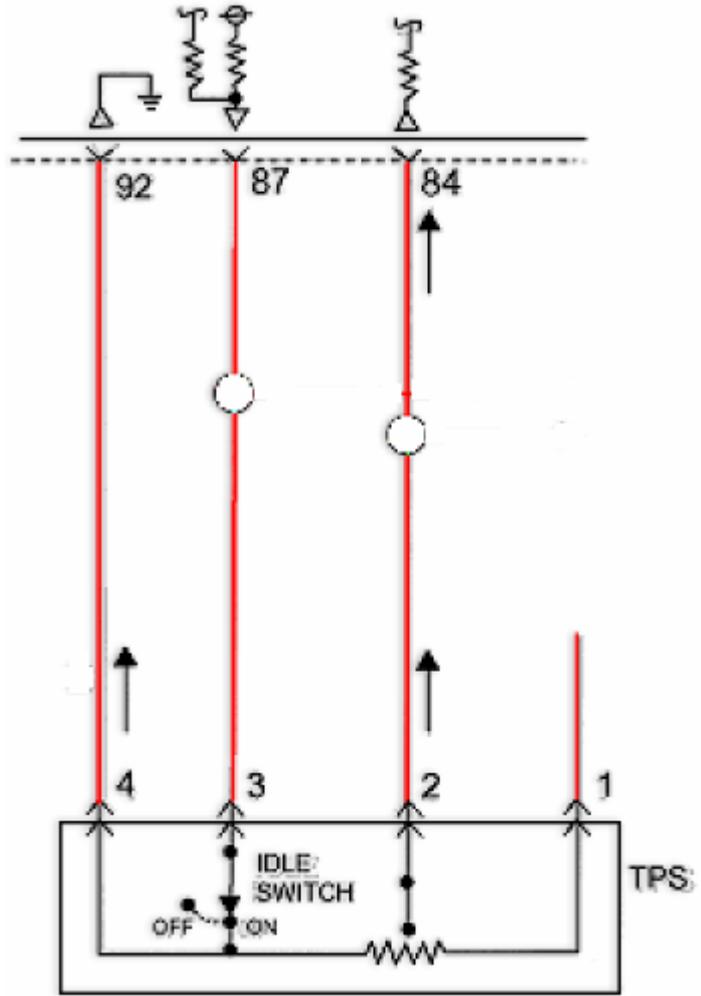
- ١- عازل كهربائي insulator
- ٢- موصلات conductor
- ٣- تلامسات متحركة ( 1, 2 ) moving contact
- ٤- مقاومة الحساس resistor
- ٥- طرف سالب ground terminal
- ٦- طرف الحساس في حالة الغلق idle position switch output terminal
- ٧- طرف مخرج الحساس throttle position sensor
- ٨- طرف مزود فولتية الحساس 5V terminal

### مبدأ العمل :

عند بدء تشغيل المحرك يتم تزويد الحساس بفولتية 5V عن طريق وحدة التحكم الالكترونية ويكون الموصل 1 مرتبط بالخانق ويعمل على بيان ان الخانق في حالة غلق وعندما يتم الضغط على دواسة الوقود يتحرك الخانق وبالتالي يتحرك معه الموصلات 1, 2 فيصل الموصل 1 الى منطقة العازل فتنتقطع الاشارة عن الطرف الحساس في حالة الغلق ويقوم الموصل 2 بادخال المقاومة ويتم التغيير بقيمتها حيث كلما زادت فتحة الخانق قلت المقاومة وبالتالي زيادة فولتية مخرج الحساس.



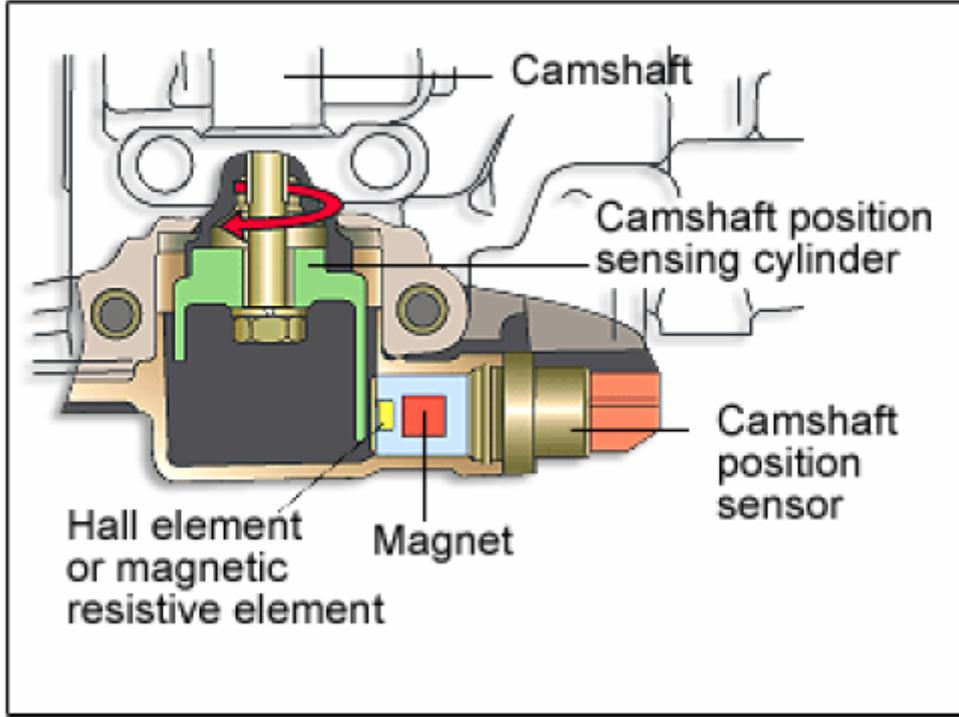
## الدائرة الكهربائية للحساس :



- 1 طرف 5V
  - 2 طرف الحساس
  - 3 طرف الغلق
  - 4 طرف السالب
- اما شرح الدائرة فقد تم شرحها في مبدأ العمل .

# حساس وضعية عمود الكامات

## Camshaft position sensor



### الاجزاء :

- ١- اسطوانة الحساس camshaft position sensing cylinder
- ٢- الحساس
- ٣- مغناطيس magnet
- ٤- عنصر هال او مقاومة مغناطيسية hall element or magnetic resistive element

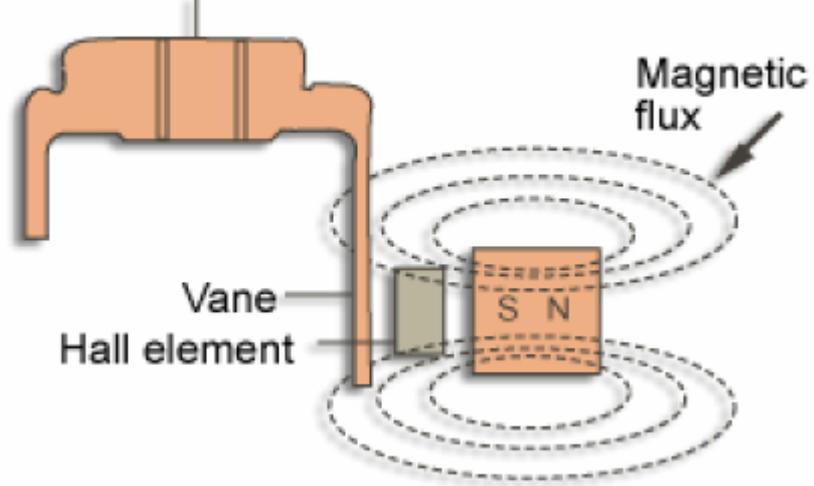
هنالك نوعان من حساس وضعية عمود الكامات :

- ١- حساس ذو عنصر هال
- ٢- حساس ذو مقاومة مغناطيسية

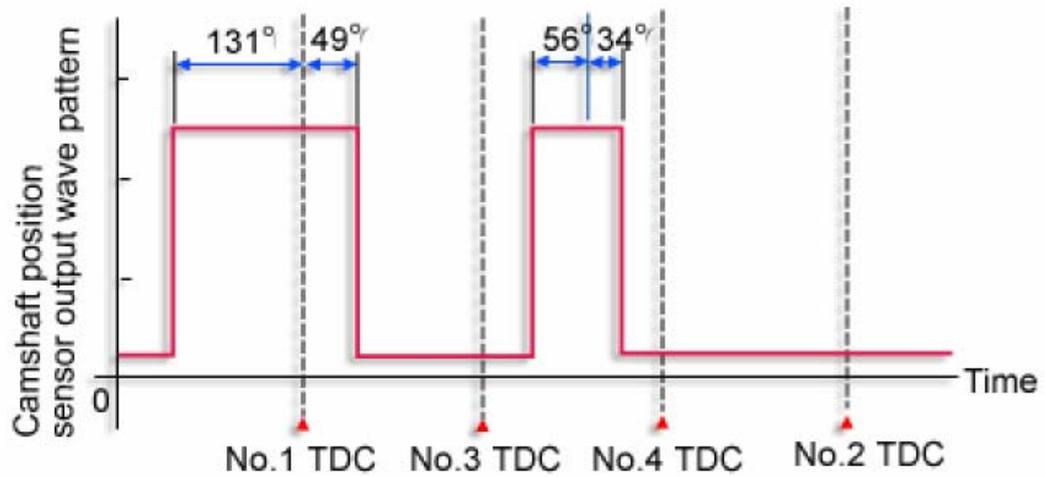
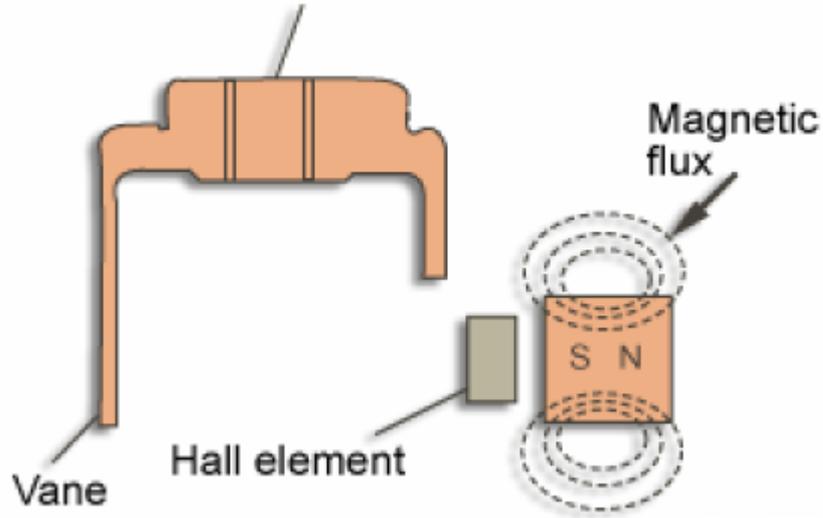
### مبدأ عمل الحساس

عند دوران عمود الكامات تدور معه اسطوانة الحساس التي تكون عبارة عن اسطوانة ذات زعنفتين واحدة قصيرة تقريبا لا تصل للعنصر ( هال او المقاومة المغناطيسية ) والاخرى طويلة تسمى المروحة ( VANE ) فعند اقتراب المروحة من عنصر هال او المقاومة المغناطيسية ينتج مجال مغناطيسي عالي يولد 5V على مخرج الحساس وتكون هذه الاشارة عبارة عن نبضة التي تاخذها وحدة التحكم الالكتروني لمعرفة ان المكبس في الاسطوانة الاولى عند النقطة الميتة العليا وعند ابتعاد المروحة يضعف المجال المغناطيسي وبالتالي لا يوجد مجال كافي للمرور داخل عنصر هال او المقاومة المغناطيسية

Camshaft position sensing cylinder

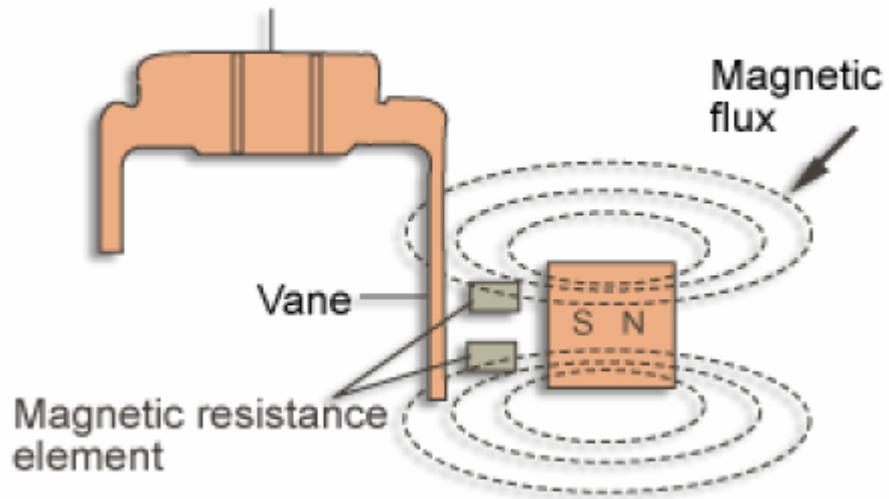


Camshaft position sensing cylinder

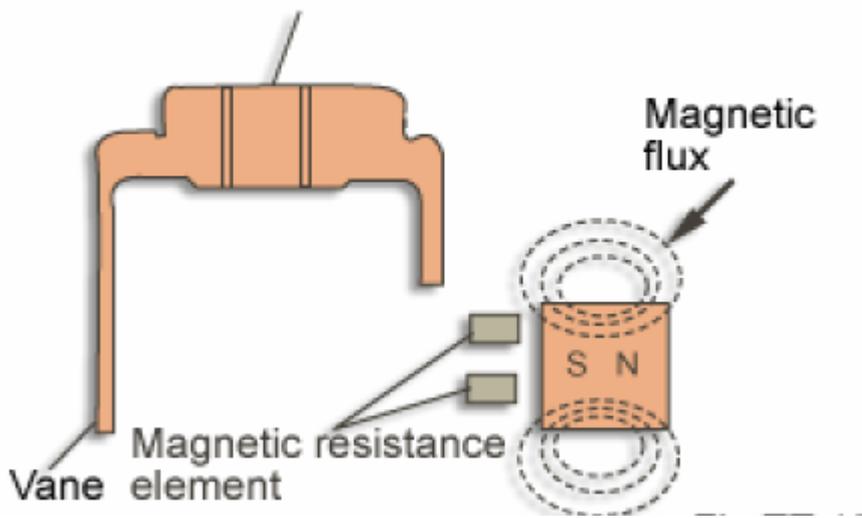


النبيضات في حساس ذو عنصر هال

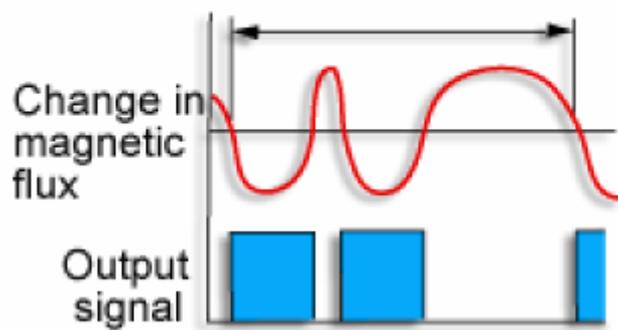
Camshaft position sensing cylinder



Camshaft position sensing cylinder

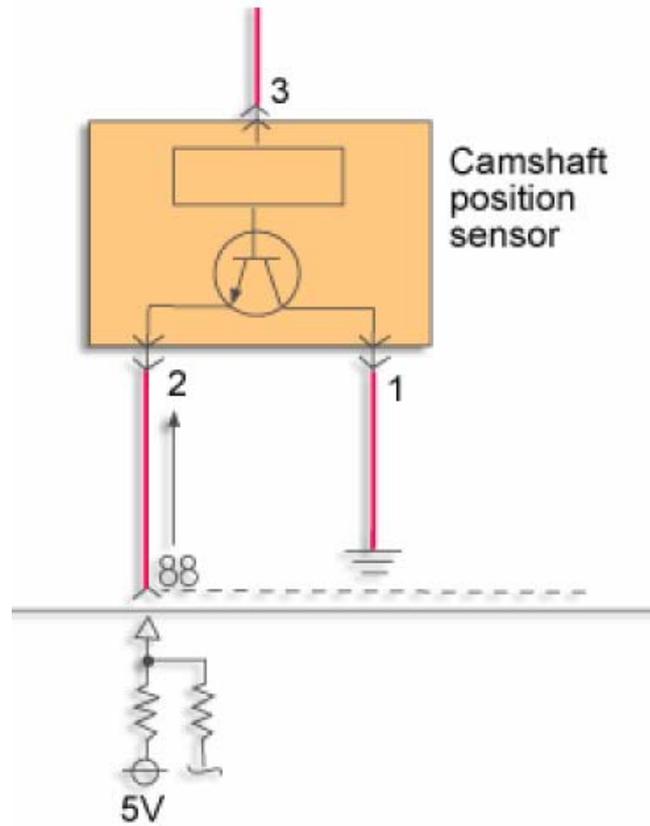
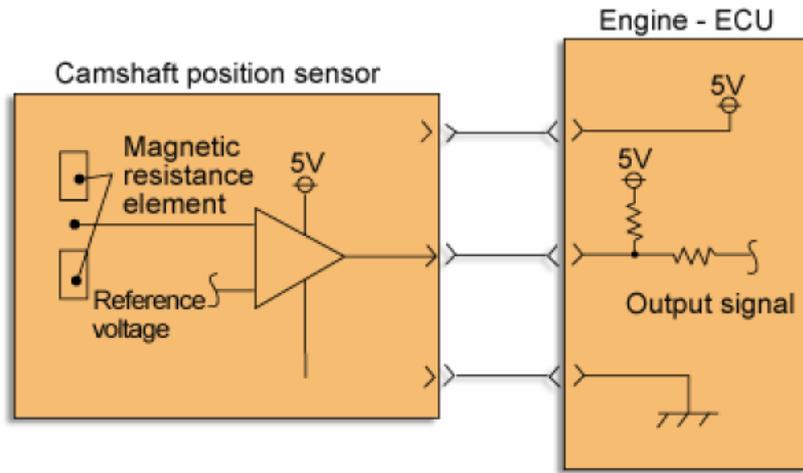


One rotation of camshaft



النبضات في الحساس ذو مقاومة مغناطيسية

## الدائرة الكهربائية:



تبين الدائرة السابقة ان المجال المغناطيسي المتولد ( المار في عنصر الحساس ) وينتج قوة دافعة كهربائية التي تقوم بفتح ترانزستور عن طريق توصيل القاعدة للترانزستور الذي بدوره يرسل نبضه لوحدة التحكم الالكتروني .