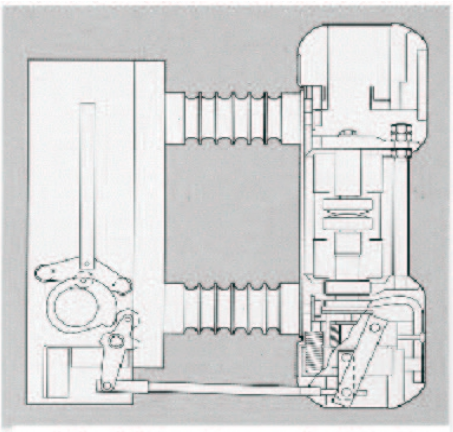
TAVRIDA ELECTRIC

KEMA Registered Quality ISO9002

# قواطع الدائرة للجهد المتوسط بأستخدام تكنولوجيا الدفع الحركي المغناطيسي

## مقدمة



Traditional design of vacuum circuit breaker

Fig. 1

- تعد قواطع الدائرة للجهد المتوسط أحد أهم العناصر المؤثرة في كفاءة وأستقرار الشبكات الكهربية ، ومع البحث العلمي المستمر والتطوير ظهر قاطع الدائرة الفراغي التقليدي المعتمد علي تكنولوجيا الدفع بواسطه موتور كهربي(Motor Drive)، **الشكل رقم (١)** يوضح قاطع فراغي تقليدي يعتمد علي موتور كهربي يقوم بعملية شحن ميكانيكي لمجموعة من الزنبركات (springs) ووجود مجموعة من قضبان وكراسي التحميل وعمليات نقل ميكانيكية للحركة من محور لمحور بواسطه قضبان نقل الحركة ، هذا التصميم الميكانيكي المعقد ادي الي الحاجة للقيام بعمليات صيانة مستمرة ودوريه لقواطع الدائرة مما يعد عبئا اضافيا وتكلفة علي المستخدم كما ادي الي تقليل معامل الأعتمادية علي القاطع ( Reliability factor) نتيجة عدم ضمان قيام القاطع بمهامة حال طلب ذلك نتيجة المشكلات الميكانيكية .وفي ظل الأتجاة العالمي نحو استخدام نظم التحكم عن بعد (TELECONTROL) و ( SCADA) وانظمة الوقاية الألكترونية ظهرت الحاجة إلي قاطع فراغي متوافق مع جميع النظم السابقة ذو معامل اعتمادية عال .

- في عام ١٩٩٤ بدأ الأنتاج التجاري لقواطع الدائرة الفراغية بتكنولوجيا دوافع الحركة المغناطيسية من خلال المجموعة الصناعية الألمانية الروسية المشتركة( **Industrial Group Tavrida Electric) .**

## الفكرة العامة للقاطع (Concept)

يتكون كل قاطع فراغي **(TAVRIDA ELECTRIC)** من وحدتين يعملان معاً :-

١. موديول الغلق والفتح ( Switching Module) ويرمز له بالرمز (ISM/TEL) وهو المسئول عن غلق وفتح دائرة الجهد المتوسط (Primary Circuits) .

٢. وحدة التحكم (Control Module) ويرمز لها بالرمز (CM/TEL ) وهي المسئوله عن التحكم في عملية غلق وفتح موديول الغلق والفتح (ISM/TEL) بالأضافة لعدد أخر من المهام الموضحة لاحقاً ويتم تثبيتها علي عربة القاطع القابلة للسحب أوبمنطقة ريليهات الوقاية ، **الشكل رقم ( ٢)** يوضح الأشكال المتعددة لموديول الغلق والفتح مبيناً الشكل العام لوحدة التحكم .

Fig.2

## المواصفات الفنية للقاطع (Technical Specifications)

| | |
|---|---|
| الجهد القياسي ( ك.ف ) | ٢٤ ، ١٢١٧,٥ |
| التيار القياسي ( أمبير) | ١٦٠٠،١٠٠٠،٨٠٠،١٢٥٠ |
| أقصي تيار قصر كهربي ( Short Circuit withstand Current 3 Sec , KA) | ١٦،٢٠،٢٥،٣١,٥ |
| الحد الأدني لعدد دورات التشغيل( CO) عند أقصي حمل | ٣٠٠٠٠،٥٠٠٠٠٠،١٥٠٠٠٠ |
| العمر الميكانيكي لدافع الحركة المغناطيسي | ٣٠٠٠٠٠ |
| الحد الأدني لعدد دورات التشغيل( CO)عند أقصي تيار قصر | ١٠٠ |
| زمن غلق القاطع لا يزيد عن ( ملي ثانية ) | ٦٠ |
| زمن فصل القاطع لا يزيد عن (ملي ثانية) | ٣٠ |
| Standard Operating Duty | O-0.3S-CO-15S-CO |
| نوع وقيمة جهد التحكم | DC 110:220<br>AC 100:220 |
| زمن التجهيز لدورة جديدة لا يزيد عن (ثانية) | ٩ |
| نطاق درجات الحرارة المحيطة المناسبة للتشغيل | ٤٠- : +٥٥ |
| المسافة بين الأقطاب مليمتر | ١٥٠،٢٠٠،٢١٠،٢٥٠،٢٧٥ |
| الوز ن الكلي للقاطع كجم. | ٣٣ : ٦٥ |

## تصميم موديول الغلق و الفتح (Switching Module Design)

علي عكس القواطع التقليدية فيتكون موديول الغلق والفتح(ISM/TEL) من ثلاثة دوافع حركة مغناطيسية (Magnetic Actuator) بمعدل دافع حركة لكل قطب( Pole ) **الشكل رقم (٣)** يبين مقطع في أحد أقطاب القاطع موضحاً التصميم العام له.

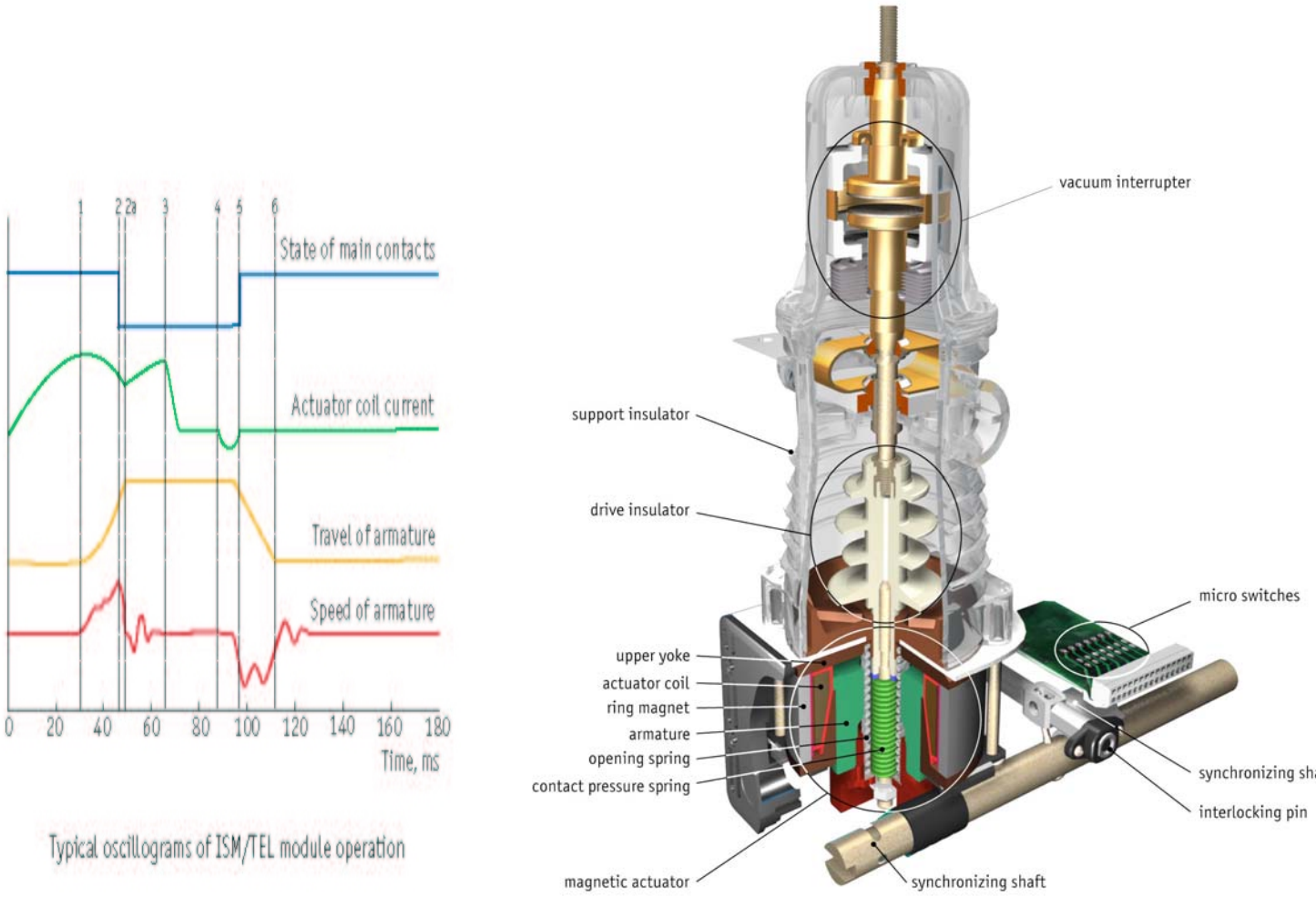



**Fig.3**




Typical oscillograms of ISM/TEL module operation

**Fig.4**

**اولاً:- عملية التوصيل (Closing)**

- في وضع الفتح تبلغ المسافة بين سطح التلامس الثابت(Fixed Contact ) وسطح التلامس المتحرك (Movable contact) داخل الغرفة الفراغية (Vacuum Interrupter) ٦ مليمتر بينما تبلغ المسافة بين العضو المتحرك (Armature) وبين (Upper Yoke ) داخل دافع الحركة المغناطيسي ( Magnetic Actuator) ٨ مليمتر .
- قبل البدء في عملية غلق اسطح التلامس داخل الغرفه الفراغية(Vacuum Interrupter Contacts) فإنه من اللازم أن نعلم ان سبب بقاء أسطح التلامس داخل الغرفة الفراغية في وضع الفتح هو تأثرها بقوة جذب إلي أسفل ناتجة عن زنبرك الفتح (Opening Spring) الذي يقوم بجذب عازل المسير(Drive Insulator ) المتصل بسطح التلامس المتحرك (Movable contact) الموجود داخل غرفة إطفاء الشراراة الفراغية.
- لغلق سطح التلامس المتحرك (Movable Contact ) مع سطح التلامس الثابت (Fixed Contact) داخل الغرفه الفراغية فإنه من اللازم تطبيق جهد التحكم (Low power Supply) سواء كان جهداً متردداً أو مستمراً علي ملف دافع الحركة المغناطيسي ( Actuator coil) ، المجال المغناطيسي الناشئ عن التيار المار بالملف يظهر في التغره ( Gap) ومقدارها ٨ مليمتر بين ( Upper Yoke) وبين العضو المتحرك بدافع الحركة (Armature)،كلما زاد تيار الملف فإنة يزداد الفيض المغناطيسي بالتبعية فتزداد قوة التجاذب الألكترومغناطيسية(Electromagnetic Attraction ) بين (Upper Yoke) وبين الجزء المتحرك بدافع الحركة (Armature) الي أن تتغلب علي قوة الإعاقة الناشئة عن زنبرك الفصل( Opening Spring) **الشكل رقم (4) الخط رقم (1)** ، عندما تتغلب قوه التجاذب الألكترومغناطيسية علي قوة جذب زنبرك الفتح يبدأ العضو المتحرك بدافع الحركة (Armature ) في التحرك لأعلي محركاً معه عزل المسير ( Drive Insulator) وسطح التلامس المتحرك داخل الغرفة الفراغية (Movable Contact) .
- وحيث أن حركة الجزء المتحرك لأعلي تؤدي إلي تقليل التغرة الهوائية بين ( Armature) و( Upper yoke) أكثر وأكثر فإن المجال المغناطيسي يزداد ويزداد وبالتبعية تزداد قوة التجاذب اللكترومغناطيسية بين(Armature) وبين (Upper Yoke) ، هذة القوة المتزايدة تؤدي إلي تعجيل (Acceleration) العضو المتحرك بدافع الحركة (Armature ) وبالتالي عازل الدفع وسطح التلامس المتحرك داخل الغرفة الفراغية إلي سرعة غلق مقدارها ١متر/ثانية ، هذة السرعة تضمن الغياب التام لأي إضطراب داخل الغرفة الفراغية قبل اتمام عملية الغلق **الشكل رقم (4) الخط رقم (2) .**
- تؤدي حركة العضو المتحرك ( Armature) داخل المجال المغناطيسي بالثغرة الهوائية داخل دافع الحركة المغناطيسية إلي تولد قوة دافعه كهربية عكسية (emf) في ملف دافع الحركة مما يؤدي إلي تقليل تيار الملف نسبياً . **الشكل رقم (4) المنطقة بين الخطين (2-1)**
- بعد ٦ مم من حركة الجزء المتحرك بدافع الحركة وعازل المسير وسطح التلامس المتحرك فأنة يحدث تلامس بين سطح التلامس المتحرك وسطح التلامس الثابت داخل الغرفة الفراغية **شكل (4) الخط (2)** ، فيتوقف سطح التلامس المتحرك وعازل المسير عن الحركة بينما يستمر الجزء المتحرك من دافع الحركة في الحركة لأعلي لمسافه ٢ مم تحت تأثير وجود عجلة تناقصية ناشئة عن مقاومة زنبرك ضغط أسطح التلامس( Contact Pressure Spring) مما يؤدي الي وجود تلامس ممتاز (Good contact) بين سطحي التلامس الثابت والمتحرك داخل الغرفة الفراغية .

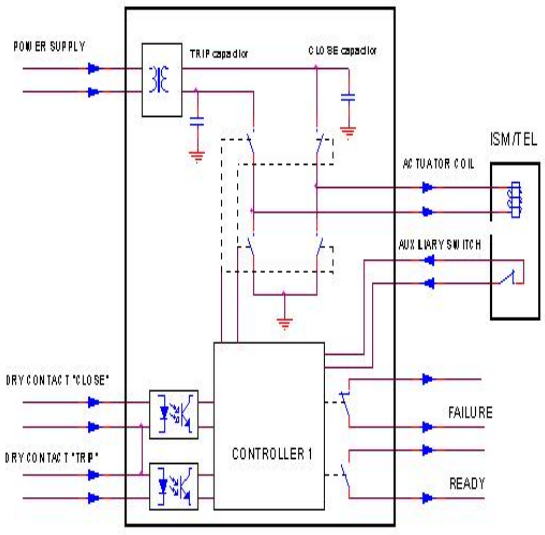
Armature ) لمسافة ٢ مم يحدث الربط المغناطيسي ( Magnetic Latching) بين الجزء المتحرك بدافع الحركة وبين (Upper Yoke). **الشكل رقم (4) الخط (2a)** .

- تزول القوه الدافعة الكهربية العكسية (emf) الناتجة عن حركة العضو المتحرك داخل التغره مما يؤدي الي زيادة تيارملف دافع الحركة ( Actuator Coil) مرة أخري ، الشكل رقم (4) المنطقة بين الخطين(3-2a) ، الأمر الذي يؤدي إلي حدوث إشباع تام للمغناطيس الحلقي الدائم المصنوع من سبيكة خاصة (Special Ring Permanent Magnet) بالفيض المغناطيسي الأمر الذي يؤدي الي زيادة قوته المغناطيسية لدرجة تجعلة يصدر مجالاً مغناطيسيا قوياً وكافياً للحفاظ علي العضو المتحرك (Armature) في وضع الغلق بعد فصل الجهد الكهربي عن الملف للحفاظ علية بعد تمام عملية الغلق بواسطة نقطة تلامس مساعدة ( Auxiliary Switch) الأمر الذي يجعل عمر الملف طويلا نتيجه لتعرضة للجهد الكهربي لفترة قصيرة لاتزيد عن ٦٠ ملي ثانية . **الشكل رقم (4) الخط (3)** .
- هذا وقد اثبتت الأختبارات أن هذا المجال المغناطيسي الصادر عن المغناطيس الحلقي قادرا علي حفظ الجزء المتحرك لدافع الحركة في وضع الغلق حتي تحت تأثير الأهتزازات العنيفة والصدمات( Mechanical Vibration withstand capability in accordance with IEC 721-3-4 Class 4M4) ، كما أثبتت الأختبارات أن معدل فقد القوه المغناطيسية هو ١٥% خلال ٢٠٠ عام.
- ادت حركة الجزء المتحرك بدافع الحركة إلي شحن زنبرك الفصل (Opening Spring ) ليكون معداً للقيام بعملية الفصل بعد ذلك .

## ثانياً :- عملية الفصل (Opening)

- لفصل القاطع فإنة يلزم تطبيق جهد ذو قطبية معاكسة (Opposite Polarity) علي ملف دافع الحركة (Actuator Coil) لمدة زمنية لا تتعدي ٢٠ ملي ثانية فقط ، **الشكل رقم (4) المنطقة بين الخطين(5-4)** ، الأمر الذي يؤدي إلي فقدان المغناطيس الحلقي لمغنطتة التي اكتسبها خلال عملية الغلق بينما تقوم القوة المضادة الناشئة عن زنبرك الفصل ( Opening Spring ) وزنبرك ضغط أسطح التلامس بتحرير الجزء المتحرك بدافع الحركة إلي اسفل ، بعد مليمترين من من الحركة المنفردة (Free Movement) للعضو المتحرك( Armature) فإنه يقوم بالتعشيق مع عازل المسير( Drive Insulator) وسطح التلامس المتحرك(Movable Contact) حيث تبلغ القوة الدافعة إلي أسفل ٢٠٠٠N الأمر الذي يؤدي إلي كسرنقاط التلاحم الدقيقة (Micro Welds) بنقاط التلامس داخل الغرفة الفراغية التي من الممكن أن تنشأ نتيجة القصر الكهربي .
- يستمر العضو المتحرك (Armature) وعازل المسير( Drive Insulator) وسطح التلامس المتحرك(Movable Contact ) في الحركة إلي اسفل بعجلة شديدة . **الشكل رقم (4) الخط (5).**
- عند أكتمال عملية الفصل **الشكل رقم (4) الخط (6)** يكون العضو المتحرك (Armature) ، وعازل المسير( Drive Insulator) وسطح التلامس المتحرك(Movable Contact ) في وضع الفتح(Opening Position) تحت تأثير قوة جذب زنبرك الفصل ( Opening Spring).
- من الملاحظ أن دوافع الحركة للأقطاب الثلاثة متصلون معاً بواسطه قضيب التزامن ( Synchronizing Shaft) الذي يضمن تزامن في الفتح والغلق للأقطاب الثلاثة كما يتحرك حركة دائرية ٤٤درجة في كل عملياً غلق وفصل موفرا عملية الربط الميكانيكي(Mechanical Interlocking) وبيان الأشارة( Main Contacts state position indication ) كما تؤدي هذه الحركة إلي قرب وتباعد مغناطيس دائم مثبت علي القضيب أسفل شريحة النقاط المساعدة متحكما في وضع نقط التلامس المساعده .

**Fig.5**




## وحدة التحكم (Control Module)

تتكون وحدة التحكم من (Microprocessor Controller ) جميع مكوناتة من إنتاج شركة فيليبس العالمية ومجموعة من المكثفات تختص بعملية الفصل ومجموعة أخري تختص بعملية التوصيل ، جميع المكونات ذات جودة حربية ، عند تطبيق جهد التحكم (Low Voltage Supply) عليها فإنها تقوم بشحن مجموعة من المكثفات الخاصة بعملية فصل وتوصيل القاطع ،للقيام بعملية غلق للقاطع يتطلب ذلك توصيل طرفي (Dry contact close input ) المتصلان بالميكروبروسيسور معاً عن طريق زر (Push button) فيقوم الميكروبروسيسيور بتوجية مكثف الغلق المشحون مسبقاً لكي يقوم بتفريغ شحنته في ملف دافع الحركة (Actuator Coil)، اما بالنسبة لعملية الفصل فيتم توصيل طرفي (Dry Contact Trip Input ) معا عن طريق زر (Push Button ) بالإضافة لأطراف ريلي الوقاية فعند الضغط علي الزر أو في حاله عمل جهاز الوقاية يقوم الميكروبروسيسور بتوجية مكثف الفصل المشحون مسبقاً لكي يقوم بتفريغ شحنته داخل ملف دافع الحركة المغناطيسية ( Actuator Coil) بقطبية معاكسة لقطبية مكثف التوصيل.

يتم تثبيت وحدة التحكم اما علي عربة القاطع القابلة للسحب أو داخل المكان المخصص لأجهزة الوقاية ( Relay Protection Compartment) **الشكل رقم (٥)** يبين الشكل العام لوحدة التحكم ، **الشكل رقم (٦)** يوضح كيفية توصيل وحدة التحكم مع القاطع ودوائر التحكم ومنة تستخلص المميزات التالية :-

- **جعل زمن الفصل والتوصيل صغيراً وغير معتمد علي حالة مصدر التغذية .**
- **المراقبة الذاتية لحالة القاطع (Self Supervision) والأشارة (Monitoring) والأبلاغ عن وجود أي عطل وتحديد نوعه.**
- **تعتبر وحدة التحكم وسيطاً بين القاطع وأجهزة الوقاية الأمر الذي يؤدي إلي حماية تامة لأجهزة الوقاية من تيارات ملفات التوصيل حيث ان عملية الفصل والتوصيل ( Dry Contact) .**