تغذية المعامل بالطاقة الكهربائية

مع مطلع القرن التاسع عشر بدأت تتوالى الاكتشافات والاختراعات في مجال الطاقة الكهربائية، وما أن مضت عقود ثلاثة من القرن المذكور حتى تم اكتشاف الظاهرة الأهم في علم الكهرباء ألا وهي ظاهرة التحريض المغناطيسي وبالتالي استطاع العلماء "اختراع آلة التحويل الكهربائي" والتي بدورها وبسببها تم نقل القدرة الكهربائية من مصدرها إلى أماكن تبعد عنه توليدها مسافات كبيرة جداً، مما أدى إلى إيصال هذه القدرة الكهربائية إلى المعامل والمنشآت الصناعية والتي بدورها يسهل إمداد الأعداد الهائلة من البشر بالصناعات اللازمة، لو بقي الحال على التصنيع اليدوي وبوسائل قديمة.

ولكي نفهم عملية إمداد المعامل بالطاقة الكهربائية يجب أن نتناول بحث عدة محاور هامة نلخصها بالتالي:

* أنواع محطات التحويل الكهربائية

- لمحة عامة عن محطات التحويل الكهربائية.
- أنواع محطات التحويل الكهربائية.
- حالات العمل لمحطات التحويل الكهربائية.
- مكونات الأداء لمحطات التحويل الكهربائية.

* تركيب محطات التحويل الكهربائية ومعداتها

- التجهيزات والأجهزة الكهربائية الأساسية والثانوية.
- مخططات التوصيل الكهربائية ومكوناتها الرئيسية.
- الاحتياجات الذاتية.
- التأريض والحماية من الصواعق.

* عمل محطات التحويل الكهربائية ومعايرة تجهيزاتها

- شروط العمل المختلفة للتجهيزات الرئيسية.
- المعايرة والمراقبة وإرسال الإشارات.

Scanned by CamScanner

* اختيار التجهيزات الكهربائية الأساسية والثانوية ومبادئ تصميمها

- تنظيم التشغيل والتحميل .
- الصيانة والاصلاح .
- تصميم وتخطيط وتركيب التجهيزات الكهربائية .

* النمذجة والمحاكاة لنظم التحويل الكهربائية

- المعادلات الرياضية لنظام التحويل .
- المخططات الصندوقية لنظام التحويل .

* أمثلة ومسائل وتطبيقات حاسبية وعملية

- مسائل وأمثلة عن أداء محطات التحويل .

Scanned by CamScanner

* أنواع محطات التحويل الكهربائية

- لمحة عامة :

إن النظام الكهربائي لشبكة النقل الكهربائي يتألف من :

P- نظام التوليد : وفيه يتم الحصول على القدرة الكهربائية من مجموعات التوليد في محطة التوليد وبطاقة تصل حتى (25 KV) حيث يتم ذلك بربط محور عنفة المنوبة مع محور عنفة تدوير وذلك باستخدام القدرات الموجودة في الطبيعة .

ب- نظام التوزيع والنقل : وعن طريقه يتم نقل القدرة الكهربائية المولدة من محطة التوليد وإيصالها عن طريق شبكات التوزيع إلى المعامل والمنشآت الاقتصادية وإلى الإنسان في منزله أو عمله أو مكان راحته .

ج- نظام التحويل : تعتبر محطات تحويل الطاقة الكهربائية حلقة الوصل الحيوية والهامة للنظام الكهربائي برمته ، والذي سنركز محور هذه المادة العلمية في هذا الفصل ، حيث ترتبط هذه المحطات الرئيسية بين محطات توليد الطاقة الكهربائية المختلفة وبين مراكز الأحمال .

وبسبب وجود محطات توليد الطاقة (Power Plant) في مواقع بعيدة عن مراكز الأحمال حيث تتواجد هذه المحطات قرب مصادر الطاقة مثل البترول والغاز وكذلك مصادر المياه يتطلب إنشاء محطات تحويل لرفع الفولطية وخطوط نقل لنقل الطاقة المولدة للمستهلكين (معامل - منشآت - منازل - محلات ... الخ) وهذا يتطلب أيضاً إنشاء محطات تحويل لخفض الفولطية وتوزيعها في شبكات كهربائية قريبة من فولطية الأحمال .

Scanned by CamScanner

- دور محطات التحويل في النظام الكهربائي :

1 - رفع فولطية خطوط النقل المربوطة مع محطات التوليد .
2 - ربط محطات التوليد مع النظام الكهربائي .
3 - تخفيض فولطية النظام الكهربائي من أجل توزيعها في كابلات وخطوط نقل مستدة الفولطية .
4 - تنظيم فولطية خطوط النقل بواسطة مبدل الفولطية على عمل .
5 - تحسين معامل القدرة بواسطة المواسعات (Capacitor Banks).
6 - تحسين الفولطية بواسطة المحاثات (Reactors).
7 - إغلاق وفتح خطوط النقل والكابلات .
8 - تحتوي على الحمايات الخاصة للمولدات والمحولات والخطوط والمغذيات .
9 - تنظيم وتحديد مقدار القدرة المنقولة بالنظام وكذلك إطفاء الأحمال حسب أهميتها في حالة حدوث نقص بتوليد الطاقة .

- أنواع محطات التحويل الكهربائية :

يوجد عدة أنواع لمحطات التحويل الكهربائية وذلك على التوالي :
1 - حسب طبيعة عملها .
2 - من حيث التركيب .
3 - من حيث تركيب القضبان العمومية .
4 - محطات تحويل على نظام One and half CB substations

هذه الأنواع المذكورة أعلاه توجد على نحو واسع في العالم وفي بلادنا توجد مثل تلك الأنواع ولكن بالنسبة النوعين الأخيرين لا توجد كل أشكالهما في محطات التحويل ، وسنتناولها بشكل مفصل لاحقاً .

1 - محطات التحويل حسب طبيعة عملها :

تقسم محطات التحويل حسب طبيعة عملها إلى الآتي :
- محطات رفع فولطية (Step up) وهذه المحطات تكون متواجدة في محطات التوليد .
- محطات النقل حيث تقوم هذه المحطات بتحويل الفولطية العالية

Scanned by CamScanner

إلى فولطيات أقل (Step down) من أجل توزيعها على المشتركين مثال على ذلك محطة تحويل قحطانة (230 kV / 66 / 20).

- محطات تحويل لتوزيع الكهرباء الرئيسية ودورها يقوم على تحويل الفولطية العالية إلى فولطية متوسطة لتغذية الأحمال الكبرى و خطوط تغذية محطات توزيع الكهرباء (66 kV / 20 / 6).
- محطات فرعية (خزانات) كما في الأحياء، حيث تقوم هذه المحطات بتحويل الفولطية المتوسطة إلى فولطية المستهلك (20kV / 0,38).

2- محطات التحويل من حيث التركيب :

تقسم هذا النوع من المحطات إلى الأنواع الآتية :

- محطات تحويل خارجية (Air insulated switchgear)، حيث تكون جميع المعدات المحطة من النوع الخارجي (Outdoor type) وتشمل جميع المعدات الخاصة بالفولطيات (400 / 230 / 66 / 20 كيلوفولت) وتركب جميع هذه المعدات في الساحة الخارجية للمحطة ماعدا معدات التحكم والحماية (Control & protection equipments) تركب في مبنى التحكم للمحطة (Control - Building)، كذلك يوجد بعض محطات التحويل الخارجية تكون معدات الجهد المتوسط مركبة داخل مبنى التحكم الخاص بالمحطة (Indoor Switchgear).
- محطات تحويل داخلية (Indoor substations) يحوي هذا النوع من المحطات على معدات مركبة داخل مبنى المحطة حيث تكون القواطع الكهربائية للفولطيات العالية من النوع المغلف بالمعدن والمعزول (Gas insulated Switchgear) بغاز سادس فلوريد الكبريت (SF6)، أما قواطع الضغط المتوسط (MV Switchgear) فتكون من النوع الداخلي أو من النوع المغلف بالمعدن والمعزول بغاز سادس فلوريد الكبريت (SF6).

3- محطات التحويل من حيث تركيب القضبان العمومية :

تتوفر عالمياً أنواع كثيرة من هذه الأشكال ومنها :

- محطات تحويل بدون قضبان عمومية (Substation without BUS bars) أي أن خطوط النقل تكون موصولة بشكل مباشر على محولات القدرة وهذا النوع يكون

Scanned by CamScanner

قليل التلف لكن يكون ذو اعتمادية قليلة (موثوقية - صيانة).

- محطات تحويل أحادية القضبان (Single Bus bar Substation) هذا النوع يعتبر ذو اعتمادية أكثر من المحطات السابقة، حيث يمكن في حالة عزل خط تبقى المولدات عاملة، وفي حالة عزل محول تبقى الخطوط عاملة.

أما في حالة حدوث عطل على القضبان العمومية يؤدي إلى إطفاء جميع المعدات الواصلة عن هذه الجهة من القضبان من خطوط ومولدات.

- محطات تحويل أحادية القضبان مع فاصل القضبان (Single Busbar - Substations with B.S) من حيث الاعتمادية تعتبر أكثر اعتمادية من المحطات أحادية القضبان، حيث يمكن في حالة عزل خط تبقى المولدات عاملة وفي حال عزل محول تبقى الخطوط عاملة

- محطات تحويل ذات القضبان المزدوجة (مع توفر فاصل قضبان و رابط قضبان) (Double Busbar Substations with BS & BC) تعتبر هذه المحطات ذات اعتمادية عالية ولكن تكلفتها أعلى حيث تحتوي على هياكل فولاذية وعوازل ومعدات خارجية من قواطع سيدوية وغيرها أكثر من المحطات ذات الأحادية القضبان، حيث تمتاز بما يلي:

أ- امكانية ربط الخطوط والمولدات على أي جزء من أجزاء القضبان الأربعة.

ب- يمكن نقل الأحمال بين أجزاء القضبان بدون أي إطفاءات وبسرعة.

برمجة أعمال الصيانة.

د- يمكن المحطة العمل كنظام أحادي القضبان أو مزدوج القضبان.

- محطات تحويل ذات القضبان المزدوجة (مع توفر رابط قضبان) (Double Busbar Substations with BC (Bus Coupler) من حيث التركيب تشبه المحطات ذات القضبان المزدوجة، ولكن لا يتوفر فيها فاصل القضبان وهذا ما يقلل اعتماديتها.

- محطات تحويل ذات مزيج من القضبان (Mixed Busbar - Substations) هذه المحطات مزيج من المحطات السابقة ولكن اعتماديتها قليلة نسبياً كما في بعض الأنواع السابقة.

4- محطات تحويل على نظام One and half CB Substations:

Scanned by CamScanner

- يستعمل هذا النظام في محطات تحويل الفولطية (400 kV) وتكون اعتمادية عالية جداً أعلى من ذات القضبان المزدوجة ولكن تكلفتها عالية جداً حيث يكون مخصص لكل دائرة قاطع آلي ونصف أي ثلاث قواطع آلية لكل دارتين وتكون تكلفة أجهزة الحماية عالية جداً لوجود حمايات إضافية غير الموفرة في المحطات العادية، ويتضح مما ذكر أعلاه أن اختيار نوع القضبان لذي محطة تحويل يعتمد على أهمية المحطة وموقعها وكيفية التوسع في المستقبل ومثال على ذلك محطة تحويل (400/66/20 kV).

- حالات العمل لمحطات التحويل الكهربائية ومعنيات أدائها:

إن المحطات المنشأة للتحويل الكهرباء ستؤدي عملها بالاعتماد على أهم عناصرها الا وهو المحول، وبالتالي سيكون أداء المحول معتمداً على استطاعته التي صممت بالاعتماد على دراسة تعني استمرار الحمل اليومي أو الأسبوعي أو الشهري أو السنوي.

إن محولات الاستطاعة المستخدمة في محطات القوى الكهربائية (محطات التوليد) أو في محطات التفريغ إما أن تكون أحادية الطور Single Phase أو ثلاثية الطور Three Phase. وفي الوقت الأخير (أي منذ عدة عقود) استخدام المحولات ذات الملفات المقسمة في جهة الجهد المنخفض.

في محطات التحويل تجهز المحولات بأجهزة تنظيم الجهد، عندما تكون الأفرع في جهة التوتر العالي، أما في المحولات الناشئة فإن ذلك يكون في جهة الجهد المنخفض، يبين الجدول (1-1) حالات تنظيم الجهد في المحولات.

وتستخدم المحولات التي لا تحتوي على تنظيم للجهد إما للعمل في مجموعة واحدة مع المولدات مباشرة حيث أن تنظيم الجهد في هذه الحالة يتم عن طريق المولد أو في مجموعة تحتوي على أجهزة خاصة تنظم الجهد، أما في الحمل المتزايد فيسمح به للمحولات في الحالات التالية:

Scanned by CamScanner

إذا كان الجهد على لفات المحول لا يزيد عن الجهد الاعتيادي فإنه يسمح بزيادة التحميل بالتيار إلى 5% وذلك لكل لفة على حدة.

نوع المحول	خافض		رافع	
استخدام أفرع التنظيم	تنظيم تحت الحمل	تغيير أفرع المنفات بدون تهييج (بدون حمل)	تغيير أفرع المنفات بدون تحريض (بدون حمل)
اللفات عالية الجهد	10 ± 8 · 1,25% / للمحولات أقل من 10MVA /	10 ± 2 · 2,5 %	38,5 ± 2 · 2,5%
	10 ± 8 · 1,5 %	20 ± 2 · 2,5 %	121 ± 2 · 2,5 %
	20 ± 6 · 1,5% / للمحولات أقل من 10MVA /	35 ± 2 · 2,5 %	165 ± 2 · 2,5 %
	20 ± 8 · 1,5 %	110 ± 2 · 2,5%	242 ± 2 · 2,5 %
	35 ± 6 · 1,5 %		
	36,75 ± 8 · 1,5%		
	110 ± 4 · 2,5 %		
	115 ± 9 · 1,78 %		
	158 ± 8 · 1,5%		
	230 ± 8 · 1,5 %		
	230 ± 10 · 1,2%		
	230 ± (6-8) · 12%		
	300 ± (6-8) · 11,5%		
اللفات متوسطة الجهد	115 ± 6 · 2 %	38,5 ± 2 · 2,5 %	38,5 ± 2 · 2,5 %
	121 ± 6 · 2 %		
	110 ± 10 · 1,2 %		
	165 ± 12 %		
	230 ± 12 %		
	347 ± 12 %		
اللفات منخفضة الجهد	11 ± 10 · 1,5%		
	11 ± 8 · 1,5 %		

جدول (1-1)

Scanned by CamScanner

إن قيمة زيادة التحميل النظامي في فترات النهار تعتمد على درجة حرارة الجو المحيط وعلى مخطط الحمل اليومي وطريقة تبريد المحول.

يسمح للمحولات بشكل عام بزيادة عظمى في التحميل المنتظم قدرها 15% وذلك عند درجة حرارة جو محيط تصل إلى (5° م) ولفترة زمنية تصل إلى الساعة، أما إذا كانت مدة استمرار الحمل الأعظمي بين (4 h – 2) فإن قيم التحميل الزائد المسموح به هي كما في الجدول (1-2):

الفصل	شتاء		صيفاً
درجة حرارة الهواء	حتى 5° م	من (5° – 15°) م	حتى 15° م
زيادة التحميل المسموح به %	1,45 – 1,35	1,35 – 1,25	1,3 – 1,2

جدول (1-2)

وفي محطات التحويل في شبكات التوزيع (التغذية) والتي تغذي الأحمال ذات مخطط حمل ثابت تقريباً فإن القيم المسموح بها للحمل الزائد للمحول تقع في الحدود المذكورة في الجدول (1-3):

الفصل	شتاء		صيفاً
درجة حرارة الهواء	حتى 5° م	من (5° – 15°) م	من (5° – 15°) م
زيادة التحميل المسموح به %	1,2 – 1,15	1,15 – 1,1	حتى 1,05

جدول (1-3)

وإذا كانت القيمة العظمى في مخطط الحمل صيفاً أقل من الاستطاعة العظمى للمحول فإنه يمكن السماح في الشتاء بزيادة تحميل المحول بنسبة 1 % عن كل انقاص تحميل في الصيف قدره 1% ، ولكن بشرط أن لا تتجاوز هذه الزيادة 15% وبحيث لا يزيد تحميل المحول إذا اجتمعت الحالات الثلاث عن 50%.

Scanned by CamScanner

وفي حالات الأعطال يسمح لمحولات الزيت بزيادة التيار فيها فوق القيمة الاعتيادية وذلك بغض النظر عن نوع التبريد ودرجة حرارة الوسط، والجدول (4-1) يبين ذلك:

زيادة الحمل بالتيار %	30	45	60	75	100	200
استمرار الحمل الزائد بالدقيقة	120	80	45	20	10	15

جدول (4-1)

أنواع تحميل المحولات:

يمكن استخدام المحول ثلاثي الطور ثلاثة محولات أحادية الطور وأنواع التوصيل الشائعة بالنسبة للمحولات هي:

أ- وصلة نجمي مثلثي Δ/λ.

ب- وصلة مثلثي مثلثي Δ/Δ.

ج- وصلة نجمي نجمي λ/λ.

د- وصلة مثلثي نجمي λ/Δ.

فالتوصيلة المثلثية تستخدم من أجل الحالات التي يكون فيها التوتر صغيراً والتيار كبيراً، ذلك لأن توتر الخط هو نفسه توتر الطور، أما تيار الخط فإنه يساوي تيار الطور مضروباً بـ $(\sqrt{3})$.

أما إذا كان التوتر كبيراً وتيار الخط صغيراً، نستخدم التوصيلة النجمية لأنه في هذه الحالة يكون تيار الخط يساوي تيار الطور بينما توتر الخط يساوي توتر الطور مضروباً بـ $(\sqrt{3})$، وبهذا فإن التوصيلة النجمية يمكن تأمين عزل ملفات المحول عند جهد منخفض.

أما التوصيلة النجمية المثلثية فتستعمل لإمكانية استخدام الحيادي فيها ويكون التوصيل النجمي فيها في الجانب الثانوي.

Scanned by CamScanner

عند مقارنة التوصيلة Δ/Δ مع Δ/λ يجب الاشارة إلى النقاط التالية:

1- إن الجهد بالسبة للوصلة Δ/Δ يحدد طبيعة نواص دارة المحولة والدارة الخارجية، كما أن تقسيم التيار يعتمد على النواص الداخلية للمحولة، ويكون تقسيم الحمل مثالياً فقط في المحولات ذات المفاعلات المتساوية. أما في التوصيلة Δ/λ فإن تقسيم الحمل يكون مستقلاً عن نواص المحولات ولا يعتمد على اختلاف هذه الممانعات.
وتقسم الحمل المتزن الثلاثي الطور بين الأطوار بالتساوي في هذه الحالة دون النظر إلى عدم تساوي المفاعلات.
ويلاحظ أثر اختلاف نسب التوتر في حالة المحولات الموصلة بشكل Δ/Δ حيث أن هناك تياراً كبيراً يسري في كل من الملفات العالية التوتر والملفات منخفضة التوتر إذا لم تكن كل الأطوار متشابهة.
أما في المحولات ذات التوصيلة Δ/λ فهي غير حساسة بالنسبة لاختلاف نسب التوتر.

2- في حالة الأعطال تحمل المحولات الموصلة على شكل Δ/Δ بمعنى أنه لو حصل أي عطل في أحد الأطوار فإن المحول يبقى في الدارة موصولاً على مثلث مفتوح بحيث يمكن استخدام مصدر التغذية الثلاثي الطور غير أن سعة المحول تنخفض إلى 86,6% من سعة الوحدتين العاملتين أو إلى 57,7% من سعة الوحدات الثلاثة العاملة، وبالنسبة لوحدتي محولتين موصلتين بشكل Δ مفتوحة وتتذبذان حملاً معيناً يمكن إضافة وحدة ثالثة ومن ثم إتمام عملية التوصيل على شكل Δ وذلك لتغذية حمل أكبر في الشبكة.
أما في حالة التوصيل Δ/λ فإنه حصول أي عطل على أحد الأطوار يمكن أن يؤدي إلى خطر كبير وإلى فصل المحول عن مصدر التغذية.

أما في حالة توصيلة (λ/λ) فإنه يحصل عدم اتزان الحمل لعدة أسباب نذكر منها:

Scanned by CamScanner

1- من الفرق بين تيارات منطقة الذهاب المختلفة للمحولة والتي تحدث بسبب الفروق في عناصر الدارة المتشابهة الناتجة عن خطأ في تركيب المحول.

2- نتيجة لعدم اتزان الحمل، عندها لاتقع نقطة الحيادي الفيزيائية في مركز مثلث الجهد بل يمكن أن تكون عند أي نقطة اعتبارية.

وسوقع هذه النقطة تتأثر بصورة كبيرة بجوامن الحمل وممانعات الدارة الخارجية.

ويجب أن نلاحظ انه بالنسبة لتوصيلة λ د يمكن للتوافق الثالث أن يمر وهذا ما يسمح بكثافة فيض أكبر وبالتالي زيادة في قيمة الجهد المتولد، بحيث يمكن أن تصل هذه الزيادة في بعض الحالات إلى (5%) فوق القيمة العادية.

وفي حالات التوصيلات Δ/λ ، λ/Δ ، يؤدي وجود التوصيلة Δ إلى إهمال جهود التوافقيات الثلاثية المرافقة للتوصيلة λ، وبالتالي تؤدي إلى اتزان الحيادي. كما أن وجود التوصيلة λ يعمل على توزيع الحمل بين الأطوار بشكل لايعتمد على المفاعلات وبذا فإنه المحولات التي لها مفاعلات مختلفة يمكن أن توصل بشكل Δ/λ.

Scanned by CamScanner

* معدات محطات التحويل الكهربائية وتركيبها :

- التجهيزات والأجهزة الكهربائية الرئيسية والثانوية :

تتألف محطات التحويل الكهربائية من معدات وتجهيزات رئيسية وأخرى ثانوية ، أما التجهيزات الرئيسية فهي :

أولاً - المحولات .
ثانياً - القواطع الآلية .
ثالثاً - المستعزلات .
رابعاً - محولات التيار والفولتية .
خامساً - مانعات الصواعق .
سادساً - النواقل .

وسنتناول في هذا المحور كل منها بشيء من التفصيل .

أولاً - المحولات الرئيسية (Transformers) :

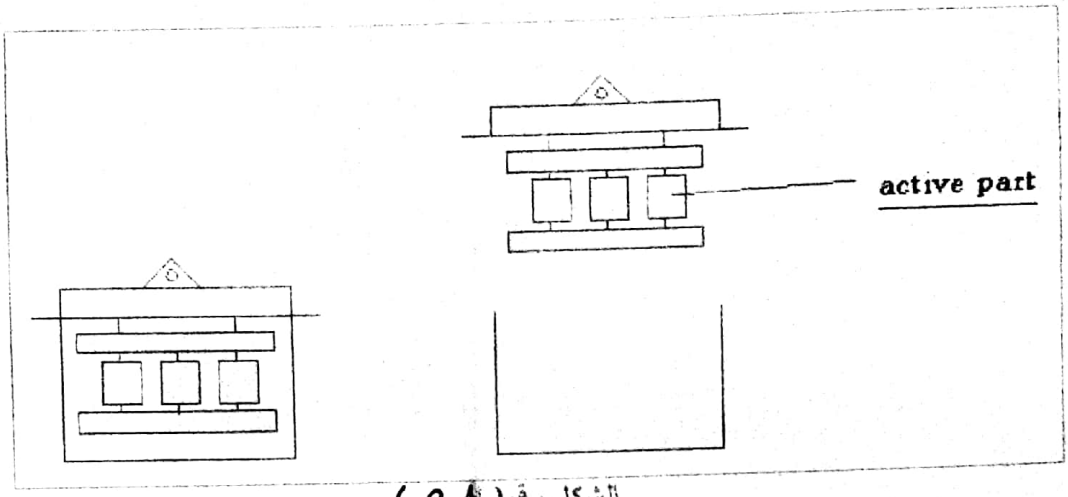
المحولات الكهربائية هي أجهزة كهرومغناطيسية استاتيكية ، تقوم بتحويل الجهد والتيار الكهربائي من مستوى معين إلى مستوى آخر ، تحوي المحولات ملفين على الأقل مستقلين مغناطيسياً ومقترنين مغناطيسياً ، يسمى الملف الموصول مع الشبكة بالملف الأولي ، والملف الثاني بالملف الثانوي (يكون موصولاً إما مع خط نقل أو مع المستهلك) .

أنواع أقسام المحولات : يوجد لجسم المحولات نوعان :

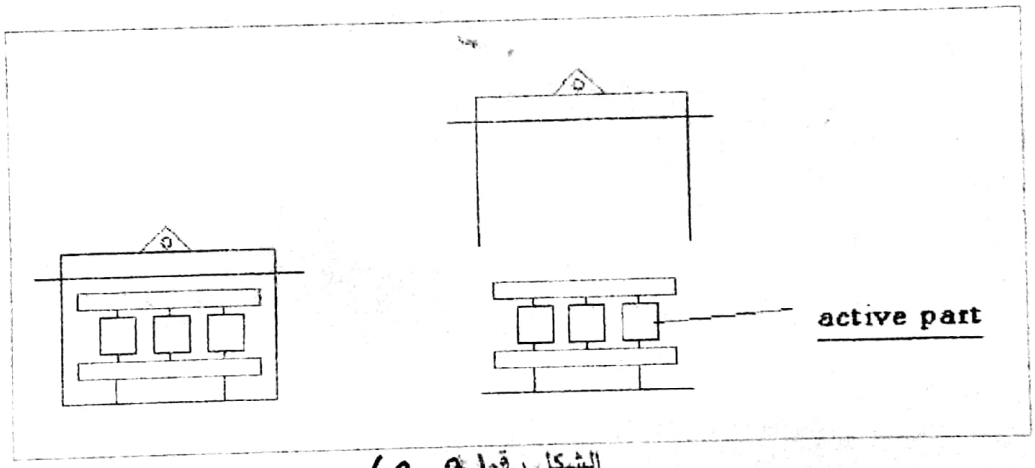
أ- النوع الأول وفيه يكون الجزء الفعال مربوط مع الغطاء العلوي كما هو موضح بالشكل (1-2) ولذلك عند القيام بأعمال صيانة للمحول نحتاج لفك الجسم بكامله (نحتاج لرافعة ذات قدرة كبيرة) ولكن لا نحتاج لتفريغ الزيت بشكل كامل من جسم المحول .

ب - النوع الثاني وفيه يتم ربط الجزء الفعال مع قاعدة المحول لذلك في حالة القيام بالصيانة للمحول لا نحتاج لرافعة عالية القدرة ولكن نحتاج لتفريغ الزيت من المحول بشكل كامل وهذا ما يوضحه الشكل (2-2) .

Scanned by CamScanner



الشكل رقم(2-1)



الشكل رقم(2-2)

Scanned by CamScanner

أنظمة التبريد للمحولات Cooling systems:

يوجد عدة أنظمة لتبريد المحولات وهي :

أ- ONAN : (Oil Natural & Air Natural)

في هذا النظام يكون التبريد بواسطة الزيت والهواء بشكل طبيعي اذ يصعد الزيت الحامي إلى أعلى المحول وبالتالي للمشعات والزيت البارد إلى أسفل المحول من المشعات وهذه خاصية طبيعية بالزيت.
كما انه التبريد بواسطة الهواء يتم أيضاً بشكل طبيعي حيث يتم تبريد الزيت في المشعات بواسطة الهواء الطبيعي.

ب- ONAF : (Oil Natural & Air Forced)

بنفس الآلية السابقة ولكن الهواء يتم بواسطة مراوح مركبة على المشعات.

ج- OFAF : (Oil Forced & Air Forced)

يتم التبريد في هذه الطريقة بواسطة ضخ الزيت لأنابيب التبريد بواسطة مضخات مركبة على الأنابيب، والهواء بواسطة مراوح.

أنواع قلب الملفات:

يوجد نوعان من أنواع قلب الملفات للمحولات :

أ- النوع الأول (Core Type):
حيث يتم لف الملفات بشكل اسطواني عامودي حول القلب الحديدي يبين الشكل (3-2) هذا النوع.

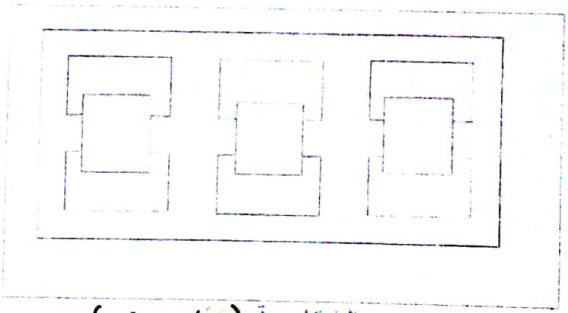
ب- النوع الثاني (Shell Type):
حيث تكون الملفات اسطوانية ولكن بشكل أفقي والشكل (4-2) يبين مقطعاً علوياً لهذا النوع.

ثانياً - القواطع الآلية (CIRCUIT BREAKERS):

تعد القاطعة الكهربائية من أكثر الأجهزة الكهربائية استعمالاً في نظم القدرة الكهربائية، وهي جهاز مصمم لاغلاق دارة كهربائية ما، ولتحرير

Scanned by CamScanner

الشكل رقم (2 - 3)



الشكل رقم (2 - 4)

Scanned by CamScanner

التيار في هذه الدارة وكذلك لقطع الدارة وفصلها عن التوتر الكهربائي بواسطة فتح تماسات متحركة أو إغلاقها، وذلك في شروط العمل والتيارات النظامية أو في ظروف العمل والتيارات غير النظامية عند حدوث الأعطال وظهور تيارات القصر، أما قاطعة القدرة الكهربائية فإنها تعمل في نظم القدرة الكهربائية وفي شبكات التوتر العالي والتوتر المتوسط التي يزيد توتر عملها على (1000V) حسب تعريف الهيئة العالمية للكهرباء (IEC).

إن الأجزاء من القواطع الآلية المستخدمة في محطات التحويل هو إطفاء الشرارة التي تحدث عند عمل القاطع في الحالات العادية وفي حالات حدوث عطل.

تتكون القاطعة من الأجزاء التالية:

أ- حجرة الإطفاء (EXTINGUISHING CHAMBER):

حيث يتم إطفاء الشرارة، فعندما ينفصل الجزء المتحرك (MOVING CONTACT) عن الجزء الثابت (FIXED CONTACT) تحصل فجوة للضغط في المنطقة ما بين الجزء المتحرك والجزء الثابت تعمل هذه الفجوة على إجبار الوسط العازل (زيت أو غاز) لإطفاء الشرارة المتكونة مع العلم أن ضغط الغاز في الحجرة يصل إلى (7Bar) تقريباً. الشكل (2-5) يبين حجرة إطفاء القوس الكهربائية.

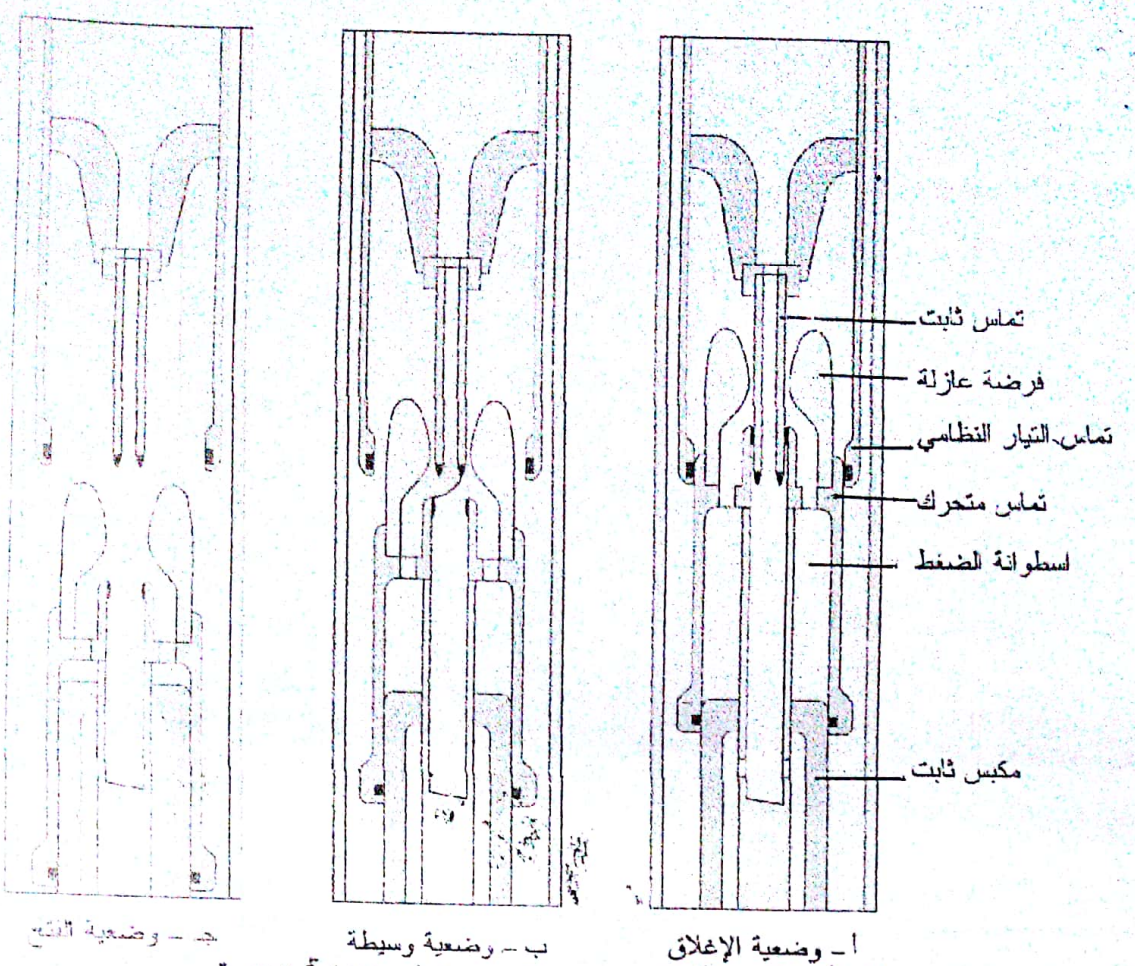
ب- آلية العمل (MECHANISM):

تعمل الآلية على تحريك الجزء المتحرك في القاطع لينفصل عن الجزء الثابت. هنالك عدة أنواع لهذه الآلية:

- الطوابلية: حيث تتكون هذا النظام من:
  1- ضاغطة (COMPRESSOR).
  2- اسطوانة تعمل على تخزين الهواء المضغوط (CYLINDER).
  3- خزان زيت احتياط (CONSERVATOR).
  4- صمامات (VALVES).
  5- أنابيب (TUBES).
  6- مكبس (PISTON).

حيث يتم ضغط الهواء داخل الاسطوانة عن طريق الضاغطة وعند الفصل أو التوصيل يتم تحرير هذا الضغط وتوجيهه إلى المكبس الذي يقوم بدوره في تحريك الجزء المتحرك إما وصل أو فصل حسب الأمر المعطى.

Scanned by CamScanner



الشكل (5-2) حجرة إطفاء القوس الكهربائية في القاطعة الغازية

Scanned by CamScanner

- هيدروليكية : يتكون هذا النظام من :

1- مضخة (Pump) .
2- زيت هيدروليكي (Hydraulic) .
3- اسطوانة فيها غاز الآزوت بالاضافة للزيت الذي يعمل على تخزين الطاقة مثل الزنبرك (الرامور) (Accumulator) .
4- صمامات (Values) .
5- أنابيب (Tubes) .
6- مكبس (Piston) .

تعمل المضخة على ضغط الزيت الهيدروليكي والذي بدوره يضغط النيتروجين (الآزوت) الموجود في (المكدس) ليتم تخزين هذه الطاقة حين الحاجة إليها وعند إعطاء أمر للقاطع بالفتح أو الوصل يوجه الزيت المضغوط إلى المكبس الذي يقوم بتحريك الجزء المتحرك داخل الغرفة عن طريق ذراع توصيل .

- زنبركية (ناضية) : يتكون هذا النظام من :

1- زنبرك (Spring) .
2- محرك (Motor) .

في هذا النوع يتم شحن زنبرك بواسطة محرك عند الحاجة إلى عملية الفصل أو الوصل يتم تحرير الزنبرك المشحون ليقوم بتحريك الجزء المتحرك ضمن غرفة الاطفاء . ويعتبر هذا النوع من أفضل الآليات المستخدمة وأكثرها سوئية .

د- جسم القاطع (Body Brearers):

- في حالة المحطات الخارجية يكون الجسم هو عبارة عن عازل بورسلان ليتم عزل الأجزاء الممثلة عن الأجزاء الموصولة بالأرض .
- وفي حالة المحطات الداخلية يكون الجسم من معدن وداخل هذا الجسم غاز العزل الذي يعزل جميع الأجزاء المكهربة عن الأجزاء الموصولة بالأرض وهذا يعد أرضياً يجعل المحطات الداخلية حجمها أقل بكثير من المحطات الخارجية .

د- الوسط العازل (Insolator Periphery)

هنالك نوعان من أنواع العزل المستعملة حالياً :

- غاز سادس فلور الكبريت (SF6) والذي يمتاز بما يلي :

Scanned by CamScanner

1- قدرته العالية على العزل وهي في ضغط يساوي الضغط الجوي.
2- قدرته على إعادة تشكيل نفسه بعد أن يتعرض للشرارة التي تعمل على تأين الغاز.
3- العمر الطويل.
4- غير سام، لا لون ولا رائحة له.
5- غير قابل للاشتعال بل يطفئ الشرارة.

- الزيت (Oil):

عيوب الزيت هـ: أ- قدرته على اطفاء الشرارة.
ب- لا حاجة لوجود ضغط.

ولكن تتكون الكربون بعد كل عملية إطفاء يؤدي بعد زمن إلى الحاجة لعملية تبديل الزيت.
كما أنه يستعمل للفولتيات المتوسطة والمنخفضة.

بناءً على ما سبق من تفصيل فإنه للقواطع عدة أنواع:

1- من حيث مستوى الفولتية:
قواطع (0,4kV - 6,6 kV - 11 kV - 33 kV - 230 kV - 400 kV).

2- من حيث العزل:
- زيتية حيث يستخدم في قواطع الـ 33 kV، وقواطع 11 kV.
- غازية (غاز SF6) حيث يستخدم في قواطع (33 ÷ 400 kV).

3- من حيث الآلية:
- هوائي (Pneumatic).
- هيدروليكية (Hydraulic).
- زنبركية (Spring).

ثالثاً- المستعزلات (ISOLATORS)

إن الهدف من استخدام المستعزلات في محطات التحويل هو العزل المرئي للجزء الذي نريد القيام بالصيانة عليه، سواء أكانت الصيانة طارئة للعطل أم كانت صيانة دورية مبرمجة في المحطة.
وعادة ما تكون المستعزلات على طرفي القاطع الآلي ويكون بينها وبين القاطع الآلي نظام تقافل بحيث لا يمكن فتح المستعزلات إلا عندما

Scanned by CamScanner

يكون القاطع مفتوحاً.

وتقسم المفزلات إلى قسمين من حيث الآلية:
- يدوي (Manual).
- آلي (Motorized).

رابعاً- محولات التيار والفولتية (CT & VT).

أ- محول التيار (Current Transformer):

- يقوم هذا النوع من المحولات بتحويل التيارات العالية إلى تيارات قليلة جداً عادة (1 ÷ 5 A) لنتمكن من التعامل مع هذا التيار بشكل آمن ومن أجل استخدام معدات صغيرة يمكن استعمالها.
- يتم تصنيف محولات التيار إلى (Classes) وذلك حسب الاستخدام (للحماية أم للقياس).
- من أهم الشروط التي لابد منها هي: أن تكون دارة مكتملة وألا تفتح أثناء عمل المحول.
- الجهة الابتدائية للمحول (Primary) هي عبارة عن الموصل أي لفة واحدة بينما الجهة الثانوية (Secondary) فتتكون من آلاف اللفات.

ب- محول الفولتية (Voltage Transformer):

- يقوم هذا النوع من المحولات بتحويل الفولتيات العالية إلى فولتيات قليلة جداً عادة إلى 110V/ ليتمكن فني الحطة من التعامل مع هذه الفولتية بشكل آمن، وأيضاً من أجل استخدام معدات صغيرة يمكن التعامل معها.
- من أهم الشروط التي لابد من مراعاتها هي: ألا تكون دارة مقصورة أثناء عمل المحول.
- أنواع هذه المحولات: 1- محولات الفولتية السعوية (CVT).
2- محولات الفولتية الحثية (IVT).

Scanned by CamScanner

خامساً - حاذقات الصواعق (SURGE ARRESTER).

تستخدم هذه الحاذقات (مانعات) الصواعق في المحطات من أجل حماية المحولات والكابلات من الصواعق الكهربائية الحادة والتي تعمل على تدمير المحطة "كاملة" وذلك بتدميرها للمحولات، لذلك توضع هذه الأجهزة قبل المحولات وقبل نهاية الكابلات.

سادساً - النواقل (CONDUCTORS)

تتألف النواقل من:

1- الموصلات (Conductor Lines)

- الموصلات المستخدمة في المحطات هي من النحاس، أما الموصلات المستخدمة في الخطوط فهي من الألمنيوم.

2 - الكابلات (Underground Cables)

- من حيث شكل الموصل النحاسي * دائري (Circular)
* مقسّم (Segmental)

- من حيث العزل (Insulating Material)
* ورقي مغطس بالزيت.
* عجينة البولي ايتيلين.

- من حيث الحماية الخارجية (Sheath).
* كابلات نحاسية.
* كابلات ألمنيوم.
* كابلات رصاص.

* التجهيزات الثانوية والمرافقات لمحطات التحويل:

- التجهيزات الثانوية في محطات التحويل نذكر:
- نظام التحكم (RTU/SCS)

يجب تحديد عملية التحكم بالمعدات الكهربائية Relays أثناء التشغيل (المحلي - البعيد - المراقبة والإشراف)

- أجهزة الحماية (Protection Relays)

Scanned by CamScanner

يجب تأمين أجهزة الحماية المطلوبة لمهزة محطة التحويل وتحديد كل دائرة وما تحتاج له من حمايات أساسية و ثانوية (Main & Backup).

- نظام التفاعل والفتح (Interlocking & Intertrip)
طرق التفاعل لكل خلية ومعدة وكذلك التحكم بالفولطية من خلال (OLTC) وكذلك كيفية التشغيل ووقت التشغيل (Reactor & Capacitor Banks)

- نظام التأريض والحماية من الصواعق
والذي يبين كيفية تأريض المعدات وحماية المحطة من الصواعق وكذلك حماية العاملين من الضربات الكهربائية خلال العمل في المحطة.

- الطابلات الكهربائية والتوصيلات.
أي القيام بتحديد مسار الكابلات للطاقة (العالية التوتر HV و المتوسطة التوتر MV) وكذلك تحديد مسارات كبلات التحكم ودراسة تحديد أقطار الطابلات لتتناسب مع الحمل وزيادة الأحمال

- الأعمال الكهربائية المساعدة والكهرومغناطيسية.
والتي تشمل على:

* أعمال الانارة الداخلية والخارجية.
* أجهزة إطفاء الحريق.
* أجهزة الانارة.
* أجهزة ونظام الاتصالات (الهاتفية - Net - ...الخ)
* أجهزة التكييف.
* ورشات صيانة.
* معدات صيانة.

Scanned by CamScanner