

التركيبيات ,

Study

By: Mohamed A. Numair

بالعربي عشان نقربك من الشغل العملي

باذن الله نتناول الماده بشكل يجمع بين انك تقبل الامتحان وتفهم تركيبات للشغل

ايه انت صدقت ! كفايه تقبل الامتحان

النظري**6****1 الفصل الأول : المشروعات الكهربية 6**

1.1	الأطراف المشاركه في المشروع الكهربائي	6
1.1.2	المالك	6
1.1.3	الاستشاري	6
1.1.4	المقاول	6
1.1.5	المشرف على التنفيذ	7
1.2	التنسيق مع التخصصات المختلفة	7
1.2.1	مع المعماري	7
1.2.2	مع مهندس ميكانيكا	7
1.2.3	مع مهندس انشئيات	8
1.3	المتطلبات العامه للتصميمات الكهربائية	8
1.3.1	المعماريه	8
1.3.2	الميكانيك	8
1.3.3	الكهربـية	8
1.4	خطوات تصميم مشروع كهربـي	9
1.5	مستندات المشروع	9
1.6	خطوات طرح المشروع	10

2 الفصل الثاني : المعدات الأساسية في التركيبات الكهربـية 11

2.1	مجموعات معدات شبكات التوزيع	11
2.2	شبكات الجهد المتوسط	12
2.2.1	لوحـات الـRMU	12
2.2.2	لوحـات الجهد المتوسط المنفصلة (الموزعـات)	13
2.2.3	المـحـول	14

2.2.4	مولادات الطواري	16
2.2.5	توصيف اللوحات الكهربية.....	18
2.2.6	IIP Code.....	19
2.3	المجموعة الثانية الكابلات والموصلات و طرق تمديدها.....	20
2.3.1	عوامل اختيار الكابلات.....	20
2.3.2	تركيب الكابلات.....	21
2.3.3	طرق تمديد الموصلات والكابلات.....	22
2.3.4	تصنيف الكابلات.....	23
2.3.5	مشاكل الكابلات.....	24
2.3.6	BUS Duct	24
2.4	المجموعه الثالثة اجهزه الوقايه protective devices	26
2.4.1	Circuit Breakers القواطع.....	26
2.4.2	Fuse الفيوزات (المصهرات)	29
2.5	المجموعه الرابعةControl and utilization equipment	30
2.5.1	Contactors مفاتيح التلامس	30
3	الفصل الثالث : تقدير الأحمال	32
3.1.1	معاملات تخفيف الأحمال.....	32
4	الفصل الرابع : تصميم الدوائر الفرعية	33
4.1	الجزء الأول : قواعد التصميم الاولى للدوائر الفرعيةBranch Circuits.....	33
4.1.2	Static Loads	36
4.1.3	Dynamic Load المحركات	37
4.2	الجزء الثاني : اختبارات التأكد من صحة التصميم	40
5	الفصل الخامس : تصميم لوحات وشبكات التوزيع الكهربية	41
5.1	الجزء الأول : تفاصيل تصميم لوحات التوزيع الفرعية	42
5.1.2	حساب الحمل التصميمي للوحه فرعية	44
5.2	في لوحات التوزيع مشاكل عدم التماثلunbalance	44
5.2.1	الثلاثة phases حدوث عدم اتزان بين جهود ال www.MohamedNumair.cf	44

5.2.2	ارتفاع جهد نقطة التعادل في المحول	44
5.2.3	ارتفاع قيمة الـPower Loss.....	45
5.2.4	احتراق موصل الارضي بعد فترة من الزمن	45
5.3	الجزء الثاني : تصميم اللوحات العمومية	46
5.3.2	حساب احمال اللوحات العمومية.....	47
5.3.3	ادرس الامثله الخاصه بانواع اللوحات جيدا جدا جدا	47
5.3.4	أحمال الشتاء والصيف (موضوع ملوش اي ستين لازمه) 49	
5.4	الجزء الثالث : تصميم شبكات التغذية العامة	51
5.4.1	مشروع مكون من محول واحدMVA1.....	51
5.4.2	تغذية لوحات الطواريء.....	53
5.4.3	مشروع مكون من محولين	54
5.4.4	مشروع مكون من أربعة محولات	56
5.4.5	ربط مجمع سكني فاخر بالشبكة العامة	57
5.4.6	الشكل الامثل للوحات التوزيع العمومية	59
5.5	تغذية كبار المستهلكين.....	60
6	الفصل السابع : الإضاءة	61
6.1	كميات ووحدات الإضاءة :	61
7	الفصل السادس : نظم التأريض	65
7.1	تعريفات	65
7.1.2	أساسيات التأريض وأهميته	68
7.2	حساب قيمة المقاومة الأرضية	72
7.2.1	قياس قيمة مقاومه الارضي	72
7.3	التأريض في المباني السكنية	73
7.4	الحماية من الصواعق البرقية	74
7.5	توزيع الجهد	76
7.5.2	اهميه تساوي الجهد	78

7.5.3	اشكال توزيع الجهد.....	78
7.6	انواع تاريض مصدر التغذية.....	79
7.7	نظم التأريض عند المستهلك.....	81

النظري

1 الفصل الأول : المشروعات الكهربائية

1.1 الأطراف المشاركه في المشروع الكهربائي

1.1.1.1 ما هي الأطراف المشاركه في المشروع الكهربائي؟

-1- المالك (مالك المشروع)

-2- الاستشاري (مكتب الاشراف الهندسي)

-3- المقاول (الشركة التي تقوم بتنفيذ الاعمال)

-4- المشرف على تنفيذ اعمال الكهرباء

1.1.2 المالك

نقطه البدايه للمشروع ويحدد كبيعه المبنى وعلاقته مع المهندس المعماري في التفاصيل

1.1.3 الاستشاري

يوضع التصميمات الكهربائية للمشروع ، واعداد مخططات التنفيذ ومolicفات عمليات التنفيذ. وممكن يشرف على التنفيذ

1.1.4 المقاول

ودورها هو تنفيذ الأعمال الواردة في مخططات المشروع التي أعدها الاستشاري بالمolicفات المحدد

1.1.4.1 ما مسئوليات المقاول؟

-1- الالتزام التام بقواعد الأمان Electric Safety لتناء تنفيذ الأعمال.

-2- يجب أن تخضع جميع أعمال التركيبات الكهربائية التي ينفذها المقاول للتجارب ولختارات التشغيل والأداء والسلامة اللازمة لتأكيد صلاحيتها وكفاءتها ومتطلبتها للمolicفات.

-3- جميع التجارب والختارات التي يتم إجراؤها تكون على نفقة المقاول وتجري بوسطة عماله أو مقاولى الباطن له ومعداته وبأجهزة قياس معايرة حديثاً يقدمها المقاول طبقاً لطلب المهندس.

-4- يجب أن يقوم المقاول بتوريد كافة المهام والأدوات والمعدات والأجهزة الكهربائية اللازمة لعماله

-5- على المقاول أن يزيل من الموقع جميع المنشآت المؤقتة والأعمال المؤقتة من كل نوع

-6- عمل لوحات تنفيذية Shop Drawings والتي يجب أن يراعي فيها بدقة التنسيق مع التخصصات الأخرى.

-7- إعداد لوحات As-Built ، وهي اللوحات النهائية بعد إتمام تنفيذ المشروع

1.1.5 المشرف على التنفيذ

- مراجعة البرنامج الزمني لتوريد ا
- راجعة البرنامج الزمني لتنفيذ الأعمال الكهربائية
- التأكد من قيام المقاول بتجهيز مخزن مناسب للمهام.
- التأكد من قيام المقاول بتحقيق لشروط الأمان الصناعي
- إعتماد العينات المقدمة للمواد والمهام التي سيجري توريده
- مراجعة المواد والمهام الموردة من حيث مطابقتها للمواصفات
- التأكد من وجود الكتالوجات
- التأكد من وجود شهادات لختبار الطراز (Type test) (Routine test).
- التأكد من وجود واعتماد جميع الرسومات التنفيذية (Workshop drawings).
- الإشراف على الاختبارات Testing
- متتبعة الحصول على اعتماد أي تعديلات
- التأكد من وجود قوائم تعليمات التشغيل والصيانة
- التأكد من إجراء التدريب الملائم لطاقم التشغيل
- التأكد من وجود قوائم بقطع الغيار المطلوب
- التأكد من إعداد رسومات الحفظ النهائية As-Built

1.2 التنسيق مع التخصصات المختلفة

1.2.1 مع المعماري

- حجره المحولات
- حجره مولدات дизيل
- حجره اللوحات العمومية
- مستلزمات الابل والسلامه
- طرق تمديد الكابلات وشكلها

1.2.2 مع مهندس ميكانيكا

في التمديدات

- الكابل تراي او الداكت مع المواسيل
- لمبات مع الـ sprinklers

1.2.3 مع مهندس انشئات

مهندس الكهربا بيقوله هيحط المعدات الكهربائيه التقىله فين عشان يتقل الخرسانه تحتها (سمك البلاطه)

1.3 المتطلبات العامه للتصميمات الكهربائية

- معماريه

- ميكانيكيه

- كهربية

1.3.1 المعماريه

- طبيعة المبنى

- المخططات المعمارية

1.3.2 الميكانيكيه

1- تحديد الاحمال الميكانيكه (مصاعد سالم مضخات)

2- تحديد احمال التبريد والتهويه HVAC

1.3.3 الكهربية

1- الاحمال الكهربائيه (كله بقى اناره او مخارج او حاجات خاصه بمطابخ او عيادات الخ الخ)

2- الانظمة المساعده (ال Light current بقى يعني تلفونات اريال نت ساعات - بس الاطفاء ممكن عاوزه باور مضخات)

3- تحديد نظام التغذية الرئيسي في المبنى (تحديد نقطه التغذية)(نوعها 1 فيز او 3) (الجهد)

4- المتطلبات الفنية التفصيلية

○ نوع لمبات الاناره

○ شده الاضاءه

○ اماكن ونوع المخارج

1.4 خطوات تصميم مشروع كهربائي

- 1- تحديد مواصفات اعمال كهربائيه (في فرق بين مواصفات وقود)
- 2- تحديد الخطوات الرئيسية في المشروع
 - a. تحديد المتطلبات العامه
 - b. تقدير الاحمال load estimation
 - c. اصميم اعمال الاضافي
 - d. تصميم الاعمال الكهربائيه لاحمال القوى
 - e. البدء في حسابات الدوائر الفرعية branch circuits
 - f. تصنیف الاحمال طبقاً لطبيعتها (اناره - قوى - هامه - حرجه - طواري - الخ الخ)
 - g. تصميم دوائر المعدنيات العموميه
 - h. تصميم المغذيات ومفاتيح الوقايه Feeders and CBs
 - i. عمل مراجعات التصميم الضروريه SC study VD study
 - j. اعتماد نظام تغذيه اللوحات الكهربائيه Distribution System
 - k. تصميم دوائر تغذيه الانظمه المساعد (لايت كرنت)
 - l. كتابه كراسه الشروط والمواصفات

1.5 مستندات المشروع

كراسه الشروط تحتويها

1- المخططات او الرسومات Drawings

a. تصميمه

b. تنفيذه shop drawing

2- جداول الكميات Bill of Quantities

3- الشروط الفنية العامه و شروط التنفيذ

1.6 خطوات طرح المشروع

- مناقصه او ممارسه
- ترسيه مناقصه
- ناخد خطاب ضمان ومبلغ تامين
- المقاول اللي كسب يتعامل ويجيب مقاولين باطن ولا اي حاجه
- المقاول لما يخلص حته ياخد فلوسها - مستخلصات

2 الفصل الثاني : المعدات الأساسية في التركيبات الكهربائية

2.1 مجموعات معدات شبكات التوزيع

منظومه شبكات التوزيع تتكون من اربع مجموعات رئيسية من المعدات

المجموعة الأولى مجموعه لجهزة القوى الرئيسية الـ's Power Handling Equipment

- لوحة الجهد المتوسط
- المحول
- مولدات الطواريء وملحقاتها UPS,ATS
- لوحات التوزيع بانواعها المختلفة

المجموعة الثانية الكابلات والموصلات و طرق تmediدها

- الكابلات والموصلات بانواعها المختلفة
- Bus Duct
- دراسة تمديدات مختلفه
- مثلاً
 - استخدام حوامل الكابلات cable trays
 - والRaceways
 - والمواسير (صلبة - مرنة)

المجموعة الثالثة اجهزه الوقايه protective devices

القواطع بانواعها CBs

الفيوزات

المجموعة الرابعة Control and utilization equipment

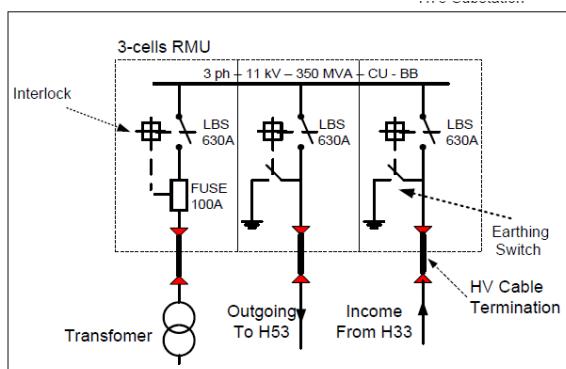
- الاحمال مثل لمبات الانارة والمحركات و المصاعد واجهزه التكييف ويحلق بها المفاتيح والبرايذ
- كما تشمل معدات التحكم control مثل الـ dimmer
- مجموعى التيار الخفيف
 - التليفونات
 - اجهزة الانذار ضد الحرائق
 - الاريال المركزي

2.2 شبكات الجهد المتوسط

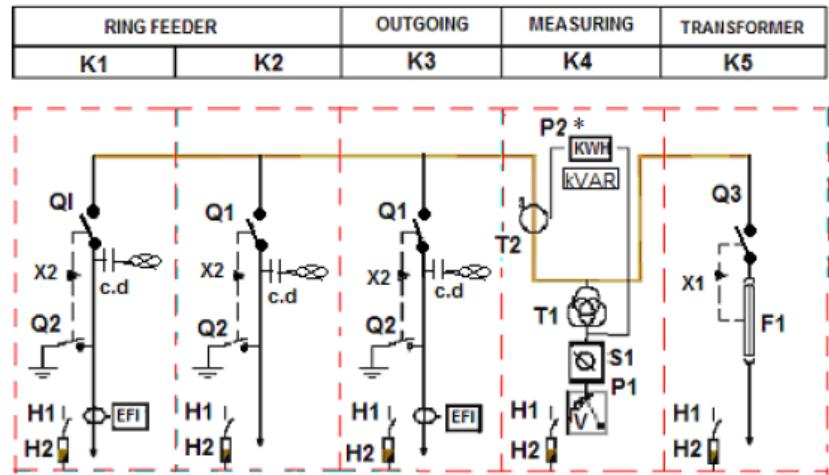
2.2.1 لوحت ال RMU

2.2.1.1 ما هي لوحة ال RMU ؟

هي اختصار Ring main unit وهي لوحة تستخدم من أجل ربط المحطات الفرعية بعضها ضمن ال Ring الواحد



شكل 2-2 مخطط لمحطة توزيع فرعية بداخلها لوحة Ring Main Unit



شكل 2-3 : رسم تخطيطياً لوحدة حلقة Ring Main Unit مبيناً عليها خلايا الدخول والخروج والقياس وأجهزة

3-1: توصيف الرموز الواردة في الشكل 2-2

الوقاية

Q1: Load break switch	Q2: Earthing switch
Q3: Load break switch with fuses	(واحد فقط أو أكثر) EFI: Earth Fault Indicator
H1: Hygrostat هذا جهاز لتنظيم الرطوبة النسبية في اللوحات المعلقة وبيه حساس لتشغيل الـ (H2) في حالة زيادة النسبة	H2: Heater
T1: Single pole potentiel transformer	T2: Current transformer
P1: Voltmeter	P2: kWh meter + kVARh meter (*)
S1: Voltmeter selector switch	F1: H.R.C fuse
X1: Mechanical interlock تعمل على فصل LBS عند قطع Fuse واحد أو أكثر	X2: Mechanical interlock يعمل على توصيل سكينة الأرضى عند فصل LBS والعكس بالعكس
c.d Capacitor divider unit with neon lamp	by electricity company(*)

2.2.1.2 ما هو ال LBS ؟

هو Load Break Switch يستخدم لفصل كابلات الدخول والخروج لجراء عمليات الصيانة وليس له دور في حماية او وقاية المحول من الاعطال وتلك هي مسئولية الفيوز في اللوحة

2.2.1.3 لماذا نستخدم RATED CB اعلى لل CB عن الفيوز ؟

لان ال CB يتأثر بال inrush current بينما الفيوز لا يتاثر به لانه يمر لفتره قصيره لذا نحتاج تصميم ال CB ب rating اعلى CB 400A بينما ال A100 مثلا مقنن الفيوز

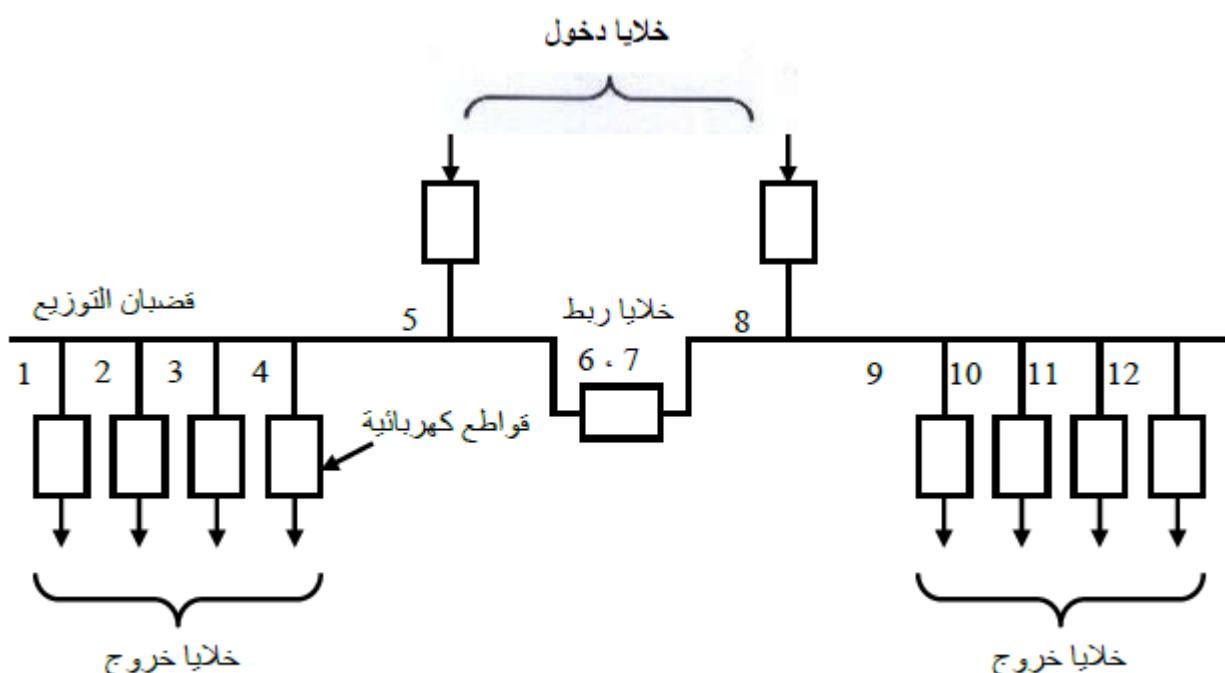
2.2.1.4 من الاسرع في فصل الاعطال شديدة الارتفاع ؟

الفيوز دائمًا اسرع من ال CB في فصل الاعطال شديدة الارتفاع

2.2.2 لوحات الجهد المتوسط المنفصلة (الموزعات)

يتكون من عدد من خلايا الدخول incoming للتغذية (غالبا عددهم 2)

وعدد من خلايا الخروج outgoing لتغذية محولات التوزيع الخاصه بها



شكل 2-4 : رسم تخطيطي لنظام ترتيب خلايا موزع

2.2.2.1 مانوع القواطع في لوحات الجهد المتوسط (الموزعات)؟

عادة ما تكون قواطع جهد متوسط

Air Circuit Breaker
Vacuum CB

2.2.3 المحول

2.2.3.1 ما هي العناصر التي بناء عليها يتم توصيف المحول؟

- 1 قدرة المحول Rating MVA
- 2 طريقة ال Earthing (10Ω) (Earthing)
- 3 قيمة ال percentage impedance واللي هي $z\%$ او $x\%$
- 4 طريقة توصيل الملفات (ستار او دلتا الخ الخ) وتأثير طريقة التوصيل على الاداء
- 5 معامل ال K-Factor وظهر هذا المعامل مع ظهور الاحمال الغير خطية او التي بها عناصر الكترونيه حيث انها تولد harmonics تؤثر على اداء المحول او تتشعبه
- 6 طريقة التبريد (زيت(عزل وتبريد) - حرارة - مراوح)
- 7 نوع الزيت المستخدم
- 8 مستويات الصوت

2.2.3.2 ما انواع المحولات التي تستخدم عادة مع التدكيبات الكهربائية؟

- لما محولات جافة Dry Transformers ، وهذه تستخدم دخل المبني السكنية والتجارية.
- أو محولات مغمورة في الزيت ، وقد أصبح هذا النوع لا يستخدم عادة دخل المبني السكنية أو التجارية ، وإذا وجد فهناك لشتراطات لمان عالية يجب إتباعها اذا لستخدمن فى مبنى سكنى ولكنها تعتبر الأكثر لانتشارا فى الشبكات العامة بالشوارع.

2.2.3.3 ماذينقصد بطريقة التبريد ONAN

يقصد بها أن لدينا محول زيت (يبرد داخلياً بزيت سريان الزيت سريان طبيعياً ويبرد الجسم من الخارج بسريان الهواء حوله سريان طبيعياً أيضاً).

2.2.3.4 الجدول المستخدم في تحديد طريقة التبريد ونوع الزيت

الرمز	سربان المائع	الرمز	المائع المبرد
N	طبيعي	O	زيت معدني أو زيت اصطناعي درجة حرارة اشتعاله $\geq 300^{\circ} \text{م}$
F	اصطناعي (دفع بمضخات)	L	زيوت اصطناعية أخرى
		G	غاز درجة حرارة إشتعاله $\geq 300^{\circ} \text{م}$
		A	هواء
		W	ماء

2.2.3.5 الحصول على بيانات المحول

البيانات الهامة الخلاصة بالمحول يمكن الحصول عليها من لوحة البيانات المثبتة على جسم المحول. وفي حالة فقد هذه اللوحة يمكن تحديد على الأقل قدرة المحول من رقم موجود محفور على جسم المحول بين عوائل

2.2.3.6 وحد الرقم 9988554 محفورا على جسم المحول ما الذي يمكن استنباطه من هذا الرقم؟ (مبدىء 2018)

اول رقمين يسار	سنه التصنيع	وحدة المحول	المعنى
رقم 3 من يسار	1999 أي 99	قدرة المحول	1 يعني محول ذو قدرة تساوى
(اهم رقم)			2 يعني محول ذو قدرة تساوى
			3 يعني محول ذو قدرة تساوى
			4 يعني محول ذو قدرة تساوى
			5 يعني محول ذو قدرة تساوى
			6 يعني محول ذو قدرة تساوى
			7 يعني محول ذو قدرة تساوى
			8 يعني محول ذو قدرة تساوى
		1500KVA	وهنا يعني
اول 3 من يمين او الباقي	Serial number		

2.2.4 مولدات الطواريء

يتم تقسيم الاحمال لنوعين

- احمال عادية

- احمال مهمة (طواريء)

ويتم توصيل احمال الطواريء على لوحات منفصله Emergency DBs هذه اللوحات يتم تغذيتها بمولدات طواريء عن طريق مفتاح اما MTS او ATS

2.2.4.1 ما الفرق بين محركات дизيل ومحركات البنزين؟

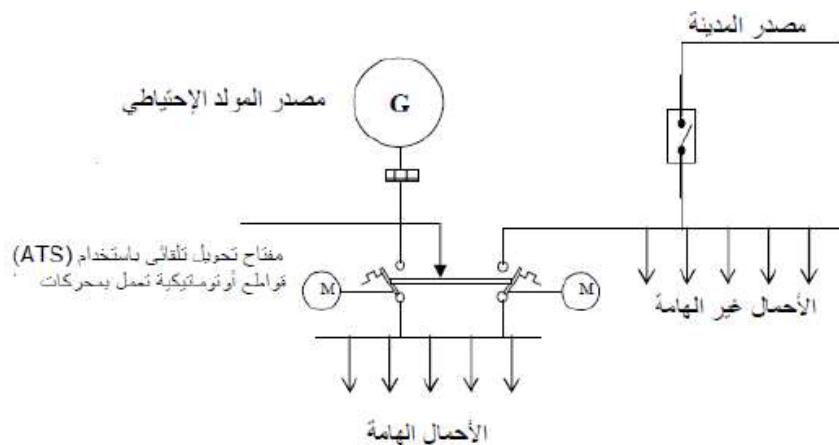
محركات البنزين	محركات дизيل
<ul style="list-style-type: none"> - تحتوي على شمعات احتراق - يعطي سرعه اكبر - اخف - الشحنه هواء وبنزين معا يتم خلطهم عن طريق الكربيراتير ثم يدخلان اسطوانه الاحتراق 	<ul style="list-style-type: none"> - لا تحتوي شمعات احتراق بل يستغل لوجود الضغط - يعطي قوه اكبر من البنزين - اثقل - الشحنه هواء فقط يضاف لها ديزل عن طريق الرشاش - يتم المحافظه على مستوى дизيل ولا ستحتاج ان يتم تفريغ الهواء من الدائرة

2.2.4.2 بعض الموصفات الخاصة بغرفة الماكينات منها

- أ(يجب ترك مسافة لا تقل عن 1.00 متر من الأجناب وخلف مولد الطوارئ.
- ب(تكون مساحة مخرج الهواء متساوية على الأقل لمساحة سطح الرديتير.
- ت(تكون مساحة مأخذ الهواء متساوية لضعف مساحة مخرج الهواء تقريباً.
- ث(يراعى نسبة المساحة الفعالة لمأخذ أو مخرج الهواء في حالة تغطية هذه المساحات بساك شبك أو فلاتر.
- ج(عند تحديد ليعاد الغرفة يجب الأخذ في الاعتبار أن لستخدام خزان وقود مثبت في قاعدة الماكينة يؤدي إلى زيادة ارتفاع الغرفة.

2.2.4.3 ما هو ال ATS؟

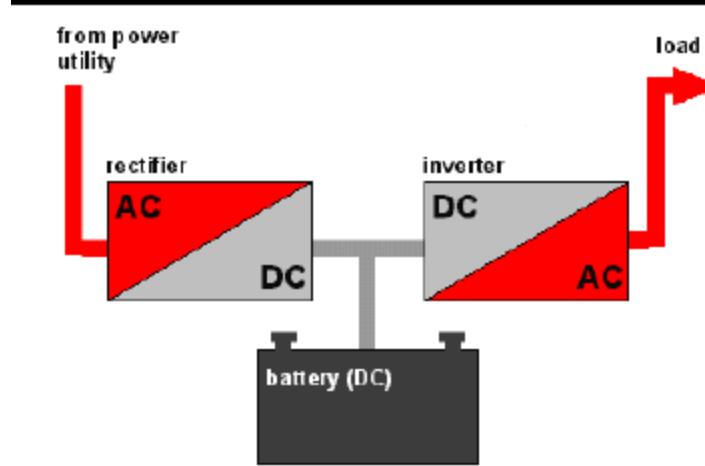
جهاز الـ Automatic Transfer Switch أو ما يعرف اختصاراً بـ ATS، يمكنه أن ينقل تغذية أي لوحة طوارئ آوتوماتيكياً في حالة انقطاع التيار من المصدر الأصلي وهو عادة الكهرباء العمومية، إلى المصدر الثاني وهو مولد дизيل كما هو واضح



شكل 2-5 : مخطط مبسط لـ ATS

2.2.4.4 ما هو UPS؟

يعرف بالـ Un-interrupted Power Supply ، أو لختصاراً UPS. ووظيفة هذا الجهاز هو ضمان منع انقطاع التيار الكهربائي مطلقاً عن هذه الأحمال الهامة. والـ UPS يتكون داخلياً من ثلاثة أجزاء في الجزء الأول منه يتم تحويل التيار المتردد إلى تيار مستمر. في الجزء الثاني يتم لستخدام التيار المستمر في شحن عدد من البطاريات. في الجزء الثالث يتم تحويل التيار المستمر الخارج من البطارية إلى تيار متردد مرة أخرى.



2.2.4.5 UPS عناصر اختبار

- اقصى تيار يمكن يغذيه
- اقصى مده لهذه التغذية

2.2.5 توصيف اللوحات الكهربائية

2.2.5.1 ما هي انواع او تصنیفات اللوحات الكهربائية؟

اللوحات ذات الإطار المفتوح

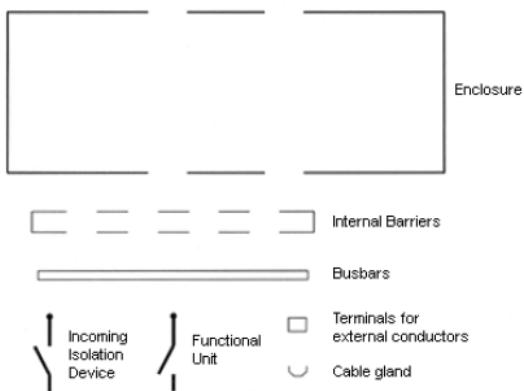
اللوحات ذات البناء

اللوحات ذات الخلية

اللوحات ذات الوحدات القابلة للسحب

اللوحات ذات الطراز الصندوقي

Symbol Key



IP	X (الوقاية ضد الأتربة)	Y (الوقاية ضد المياه)
0	لا يوجد حماية	لا يوجد حماية
1	حماية ضد الأجسام التي لها قطر أكبر من 50 مم	حماية ضد قطرات المياه الساقطة (قد تدخل لكن لن تضر)
2	حماية ضد الأجسام التي لها قطر أكبر من 12 مم	حماية ضد قطرات المياه الساقطة بدون قوة Drop-proof
3	حماية ضد الأجسام التي لها قطر أكبر من 2.5 مم	حماية ضد الأمطار Rain Proof
4	حماية ضد الأجسام التي لها قطر أكبر من 1 مم	حماية ضد المياه المقدوفة على اللوحة من أي زاوية Splash-proof
5	قد تدخل بعض الهبات لكنه هناك حماية شبه تامة ضد الأتربة التي تضر التشغيل	حماية ضد المياه المندفعة بقوة Jet-Proof
6	حماية مطلقة ضد الأتربة	ضد أمواج البحر
7		ضد الغمر في الماء

وربما يوجد رقم ثالث لدرجه الحمايه ضد الاهتزازات (6)

المجموعة الثانية الكابلات والموصلات وطرق تمديدها 2.3

عوامل اختبار الكابلات 2.3.1

ما هي العوامل المؤثرة على اختبار الكابلات ؟ (مذكرة 2018)

- 1- اقصى جهد تشغيلي
- 2- مستوى العزل
- 3- اقصى حمل
- 4- اقصى قيمة لـ Overload واقصى مدة له
- 5- اقصى قيمة للقصر SCC واقصى مدة له
- 6- الهبوط في الجهد Voltage Drop
- 7- طول الكابل
- 8- طريقة تمديده (تحت الأرض أم في الهواء أم في مواسير إلخ ...)
- 9- أقل وأكبر درجة حراره يتعرض لها الكابل
- 10- مواصفات التربة الفيزيائية والكيميائية

لفهم العوامل المختلفة يتم دراسة 2.3.1.2

- 1- تركيب الكابلات Cable Structure
- 2- طرق تمديد الموصلات والكابلات Layout
- 3- تصنيف الكابلات Classifications
- 4- عزل الكابلات
- 5- كيفية استخدام جداول الكابلات
- 6- بعض مشاكل الكابلات
- 7- اختبارات الكابلات

2.3.2 تركيب الكابلات

2.3.2.1 ما يتكون الكابل؟

-1 موصل معدني conductor

وهو حامل التيار (نحاس او المونيوم) ويكون من شعيرات مجدهله لتقليل skin effect

-2 ستاره (حجاب) الموصل Conductor Screen Shield

وهو طبقي من مادة شبه موصله لتوزيع افضل للمجال الكهربائي

-3 العازل

اما يكون PVC او Oil او XLPE

-4 غلاف (ستاره) العازل Insulation Shield

طبقى شبه موصله لتوزيع افضل للمجال الكهربائي ايضا لحماية العازل من فوق وتحت

-5 ستارة العازل المعدني Tape Shield او الغلاف المعدني Metallic Sheath

شريط نحاس سمك mm0.1 يستخدم في الحمايه من تيار القصر والرطوبه وتسرب المياه

-6 حشو وبطانه Filler

لملا الفراغات بين ال Cores

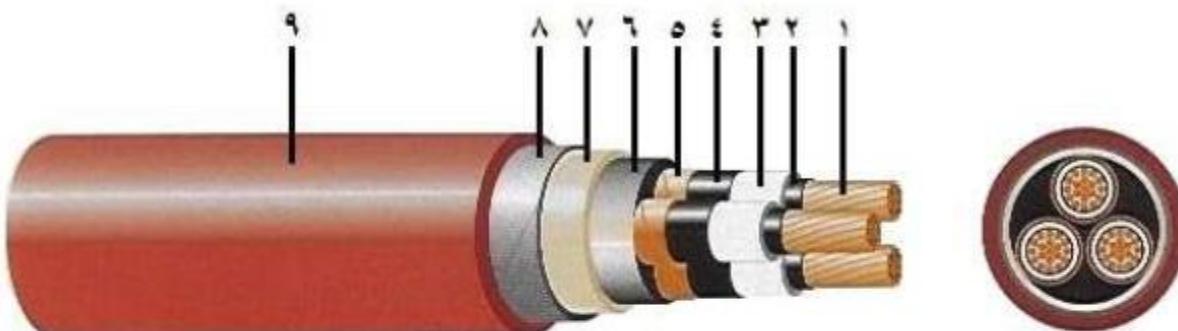
-7 درع معدني Armour

لزياده الحمايه الميكانيكيه للكابل

-8 الغطاء الخارجي Outer Jacket

للحماية ويكون في الغالب PVC

-10



- | | |
|--------------------|---------------------|
| ٦ - مواد مالية | ١ - الموصل |
| ٧ - ستارة الموصل | ٢ - ستارة العزل |
| ٨ - شريط تسليح صلب | ٣ - العزل |
| ٩ - غلاف خارجي | ٤ - الشبكة النحاسية |

2.3.3 طرق تمديد الموصلات والكابلات

2.3.3.1 ما هي الطرق المختلفة لتمديد الموصلات والكابلات؟

- 1 استخدام المواسير conduits بانواعها (معدنيه او PVC)
- 2 استخدام حوامل الكابلات Cable Trays
- 3 ال Raceways او الترنيقات وهي مسارات لها غطاء يمكن فتحها وتعديل اماكن السوكتس
- 4 الدفن المباشر في الأرض

2.3.3.2 عرف الـ RACEWAYS وما استخداماته

ويجدر الإشارة إلى أنه داخل المباني يستخدم أسلوب آخر للتمديدات يعرف باسم الـ Raceways أو الترنيقات Trunking ، وهي مصنوعة من البلاستيك أو المعدن ولها غطاء يمكن فتحه، وتتميز عموماً بسهولة تغيير الدوائر الداخلية.

ويعرض أنواع الـ Raceways أو الترنيقات يكون تحت الأرض لاسماها في المكاتب ، والبعض الآخر يركب فوق الحوائط كما في الصورة 2-6. غالباً تستعمل الـ Raceways المركبة فوق الحوائط حين يكون هناك العديد من المخارج المنوعة التي تضم مخارج كهربائية ومخارج للهواتف والإنترنت وغيرها، وأيضاً يكثر استخدامها مع أجهزة الحواسيب الآلية ، حيث تحتاج هذه الأجهزة لمخارج منوعة كبيرة (طباعة ، كهرباء ، تليفونات ، نت ،) ولا يصلح معها المواسير المدفونة بالحوائط .

وهناك أنواعاً حديثة من هذه الـ Raceways تتصل المخارج فيها بـ Busbars داخلية ممددة بطول الـ Raceway ، وبالتالي تسمح بتغيير المكان الذي تضع فيه الجهاز على طول الـ Raceway مما يعطي حرية في تغيير نظام المكاتب وطريقة وضع الأثاث بلا أدنى مشكلة، وما عليك سوى تحريك الغطاء بينما ويساراً لتعلق مخرجاً قليلاً وفتح مخرجاً جديداً في مكان آخر .

2.3.3.3 عند دفن الكابلات في الأرض يراعى أن يتم على النحو التالي (مصدر 2018)

عند دفن الكابل في الأرض مباشرة يراعى أن يتم على النحو التالي :

- عمق الدفن لا يقل عن 80 سم للحفاظ عليه
- عمق الدفن لا يزيد غالباً عن 80 سم .
- توضع أولاً طبقة من الرمل الناعم بسماكة 10 سم ثم يتم تمديد الكابل فوقها مباشرة .
- يضاف الرمل مرة أخرى فوق الكابل بعد تمديده حتى تصلارتفاع 20 سم من عمق الدفن .
- توضع قوالب من الطوب على طول مسار الكابل كعلامة إرشادية .
- تزد الرتب العادي الذي يخرج أثناء التغطية إلى التغطية مرة أخرى حتى تصلارتفاع 20 سم من حالة التغطية ، ثم توضع شريط تحذير أصفر عند هذا المعنى . وبعد وضع الشريط نستكمل الردم ثم توضع طبقة من الألمنيوم لرصيف الشارع .

1- عمق الدفن لا يقل عن 80 سم للحفاظ عليه

2- يوضع أولاً طبقة 15 سم من الرمل ويتم تمديد الكابل فوقها مباشرة

3- يضاف الرمل مرة أخرى حتى تصل ارتفاع 20 سم من عمق الدفن

4- وضع قوالب طول او فواصل على طول الكابل للحفاظ على المسافة المطلوبة بين الموصلات

للحفاظ على الـ derating factor ويتم استخدام seperators

5- توضع طبقة من الألمنيوم لرصيف الشارع

2.3.3.4 ملاحظات على تمديد الكابلات

- يجب عدم وضع طرف واحد single core في ماسورة معدنيه لأن التيار الحثي هيستخها (跩)
- يجب وضع Fire Barrier (حاجز حريق)
- يجب وضع الكابلات القوى بعديه عن كابلات التيار الخفيف عشان متاثرشن على الاشاره وليها جدول

2.3.4 تصنیف الكابلات

2.3.4.1 تصنیف حسب جهد التشغيل

- الجهد العالي اعلى من 66kV
- الجهد المتوسط اعلى من 3.3kV
- الجهد المنخفض

2.3.4.2 حسب نوع الموصى

- نحاس (موصل جيد بس غالى)
- المونيوم (رخيص وخفيف)

2.3.4.3 حسب نوع العازل

- بولي فينيل كلوريد PVC
- او XLPE
- او EPR مطاط
- الزيت العازل
- الورنيشات العازلة اللاصقة
- العوازل المعدنيه (اكسيد مغنيسيوم)

2.3.4.4 على حسب عدد ال CORES

2.3.4.5 على حسب مساحة المقطع

2.3.4.6 مسلح او غير مسلح

2.3.4.7 ما معنی $3(3*240+120)+26 \text{ MM}^2$

يعني 3 كابلات

كل كابل 4 كور

3 منهم سمكهم 240 مم ودول للفيزيات

و 1 منهم 120 مم وده للنيوتراج

و سلك معفن 26 مم للأرضي

2.3.5 مشاكل الكابلات

2.3.5.1 ما هي مشاكل الكابلات ؟

-1 الفقد في القدرة

بسبب المقاومه R

insulation Loss

Metallic sheath Loss

-2 التيارات المتسربة

leakage current

Charging current

-3 تغير مقاومة الكابل

-4 تأثير الكابلات بالرطوبة

-5 الهبوط في الجهد

BUS Duct 2.3.6

عرف الـ Bus Duct وما استخداماته

هناك بديل للكابلات هو الـ Bus Duct ، وهو عبارة عن بارات من النحاس أو الألومنيوم مجمعة معاً ومحزولة عن بعضها داخل هيكل معدني كما في الصورة 2-11.

ويستخدم الـ Bus Duct كبديل للكابلات في كثير من الحالات ، لكنه يصبح البديل الأول المفضل في حالة الأبراج العالية ، فعندما يصبح من غير الملائم اقصالها (وحتى تثكلا) استخدام عدد كبير من الكابلات . ويصبح استخدام الـ Bus Duct مفضلًا أيضًا في حالة التعامل مع كابلات تحمل تيارًا عاليًا و يؤخذ منها تفريعات على طول مسارها ، أو في حالة أن يكون مكان الأحمال التي يتم تغذيتها من هذه التفريعات قابل للتغيير من وقت لآخر ، فعندما يصبح تغيير مكان الـ Taps أو الـ Plug-In Units المركبة على الـ Bus Duct أيسر بكثير من تغيير منظومة الكابلات كما في الشكل 2-9 .

ورغم أن المساحة التي يحتاجها عدد معين من الكابلات أكبر بكثير من مساحة الـ Bus Duct المكافئ ، لكن الكابلات تتميز عن الـ Bus Duct بشيء أساس وهو الاعتمادية العالية Reliability لاسيما إذا كانت متصلة (أي بدون وصلات) من نقطة التغذية وحتى الحمل ، فهذه ميزة لها لأن أي Bus Duct Continuous من عدد من الوصلات لاسيما عند المنعطفات ، ومعلوم أن هذه الوصلات هي مصدر للكثير من الأعطال.

2.3.6.1 ما هي أنواع الـ BUS DUCT

- 1 Non-segregated Duct
- 2 Segregated Duct
- 3 Isolated Duct

2.3.6.2 ملحقات الـ BUS DUCT

الـ elbow ويستخدم لعمل تغيير في زاوية السير بـ 90 درجة. 2

- الـ Tee ويستخدم لعمل تفرع ذات ثلاثة أطراف. 3

- الـ Offset ويستخدم لعبور العوائق.

. قدم وذلك لمراعاة ظروف التمدد بالحرارة ووصلة التمدد وتستخدم إذا زاد الطول عن

- الـ Wall Flange وتستخدم عند عبور حواجز

- الـ Cable Tap box ويستخدم عند عمل لتصال بين كابل عادي وبين الـ Bus Duct.

2.3.6.3 هل ستغير تصميم BUS DUCT من دولة لأخرى

هذا صحيح، بسبب درجة الحرارة ، فعلى سبيل المثال في الشكل التالي ستجد أنبعاد وتحمل كل مقطع طبق

المجموعه الثالثة اجهزه الوقايه protective devices

القواطع Circuit Breakers 2.4.1

مواصفات الـ CB 2.4.1.1

Rated Current (Amp) -1

تحدد اقصى تيار يمر في الـ CB دون فصل مثلاً 25A

Short circuit capacity (kA) -2

اقصى تيار يمكن ان يتحممه الـ CB اثناء القصر دون ان يحترق مثلاً 10kA

أنواع الـ CB في شبكات الكهد المنخفض 2.4.1.2

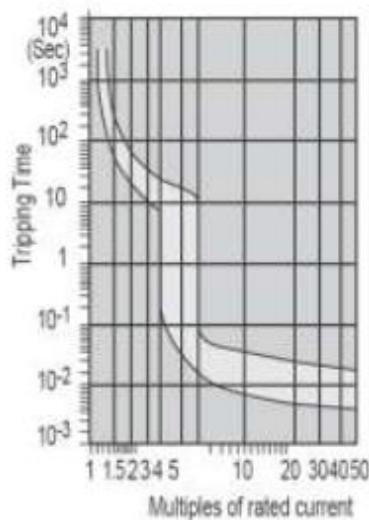
Minature Circuit Breaker	MCB	<10kA
Molded Case Circuit Breaker	MCCB	Up to 100kA
Ground Fault Circuit Breaker	GFCB	To protect against current leakage

MCB 2.4.1.3

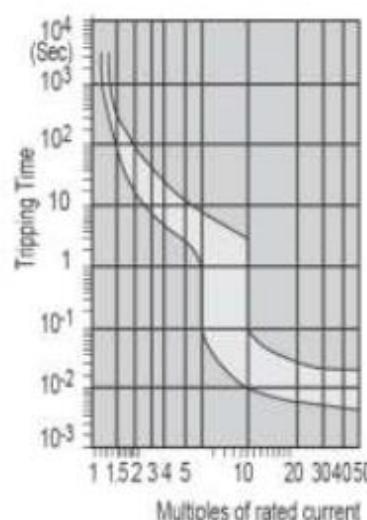
في حالة الـ MCB ، تتحدد علاقه تيار العطل (McLiss) بمضاعفاته من التيار المقنن IRated (وبين زمن فصله Time Trip) McLiss بالثانوي (من خلال منحنيات فئات ثلاثة). ويوضح المخطط التالي لشهر الفئات الخلاصية بالقواطع وهي، B, C, D طبقاً للمواصفات القياسية العالمية IEC Standard مع بعض البيانات الخلاصية بها.

يمكن ملاحظة انه قبل 113% من تيار الحمل الكلمل فلن يعمل أي قاطع من الفئات الثلاثة وهي ما سوف نسميه المنطقة I وتقع يسار كل المنحنيات.

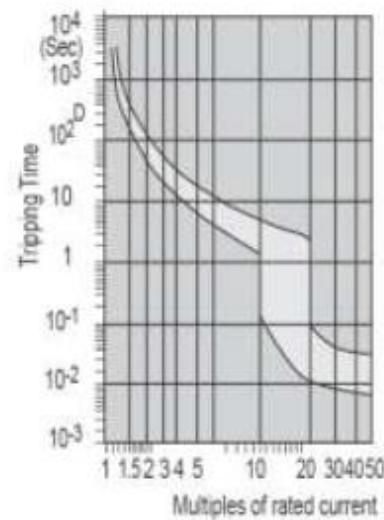
Time/Current Characteristic Curve for B,C, & D Types.



TYPE B



TYPE C



TYPE D

2.4.1.4 ما المقصود بـ CB مكتوب عليه KA 25A10 ؟

لما لا A25 فتسىء التيار المتقن Rated Current ، ولما لا kA10 فهى قيمة SCC لهذا الـ CB ، ومن ثم فهذا الـ CB يمكن أن يتحمل أى تيار أقل من A25 دون أن يفصل الدائرة ، فإذا زاد التيار عن 25 A25 لكنه أقل من kA10 فإن الـ CB سيفصل إما بعد مدة زمنية طبقاً للمنحنى ، أو سيفصل لحظياً إذا كان تيار القصر قريباً من 10 kA وبالتالي يمكن أن نعيده تشغيل الـ CB مرة أخرى. لما إذا ارتفع تيار العطل لقيمة أعلى من kA10 فإن الـ CB سيحترق ولا يمكن إعادة استخدامه مرة أخرى لكن له سعة قصر تساوى 100 kA فإنه قد يصل إلى آلاف الجنيهات.

لاحظ أن سعر الـ CB يتوقف أساساً على قيمة سعة القصر التي يتحملها ، فالفرق في السعر بين CB تياره المقنن يساوى A10 و CB آخر تياره المقنن يساوى 63 A مثلاً ، فيما لا يكون كبيراً ، ولا يتعدى عشرات الجنيهات ، لـ ما الفرق في السعر بين CB تياره A100 وله سعة قصر 10 kA وبين آخر تياره المقنن 100 A

MCCB 2.4.1.5

، ويستخدم غالباً في حملية دولئر التغذية الرئيسية كـ بـ رـ جـ جـ

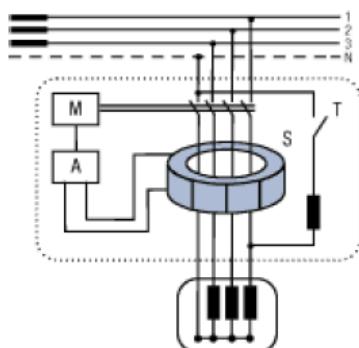
بالمرونة الواسعة في مجال ضبط العلاقة بين زمن الفصل وقيمة تيار العطـ

ـ هناك فئة تستطيع من خلالها تغيير ثلاثة متغيرات) I_{mag} , T_{mag} , $J_{Thermal}$ (

(، بينما في الفئة أعلى هناك متغيرات أكثر

GFCB 2.4.1.6

هذا النوع يستخدم للحملية من التيار المتسرّب إلى الأرض في التمديدات الكهربائية ، حيث تعتمد فكرة عمله على مقارنة قيمة التيار الدخل إلى الدائرة (تيار الـ Phase في حالة دولئر الـ 1-Phase أو مجموع التيارـات الثلاثة في دولئر الـ Phase-3 (بـ قيمة التـيـارـ الـ خـارـجـ مـنـهـ) التـيـارـ فيـ الـ N



شكل 2-13 مخطط لـ جـهاـزـ الـ GFCB

لـ فـرقـ فيـ التـيـارـ أـكـبـرـ مـنـ قـيـمـةـ مـحدـدـةـ تـسـمـىـ "ـحـسـلـسـيـةـ الـجـهاـزـ"ـ فـإـنـ قـوـةـ مـغـناـطـيـسـيـةـ Mـ سـتـتوـلـدـ تـكـونـ كـافـيـةـ لـفـصـلـ الـ CBـ الرـئـيـسـيـ لـلـوـحةـ وـمـنـ ثـمـ فـصـلـ الـ دـائـرـةـ وـلـيـقـافـ التـسـرـيـبـ .

ويتم توصيف الجهاز في الأساس بناء على

ـ 1ـ قـيـمـةـ الـحـسـلـسـيـةـ لـلـتـيـارـ المتـسـرـبـ .ـ وـأـشـهـرـ قـيـمـةـ الـحـسـلـسـيـةـ فـيـ السـوقـ هـيـ mA5ـ وـ mA30ـ الشـقـقـ بـتـسـعـمـلـ 30ـ لـانـ التـانـيـ غالـيـ

ـ 2ـ Rـated~C~urrentـ الذـيـ يـمـكـنـ أـنـ يـتـحـمـلـ الـجـهاـزـ طـوـالـ الـوقـتـ وـأـشـهـرـ هـذـهـ الـقـيـمـ 100ـ ،ـ 63ـ ،ـ 40ـ ،ـ 32ـ لـمـبـيرـ .

ملاحظات

يحتوي على زرار Test يسرّب ويجرّب

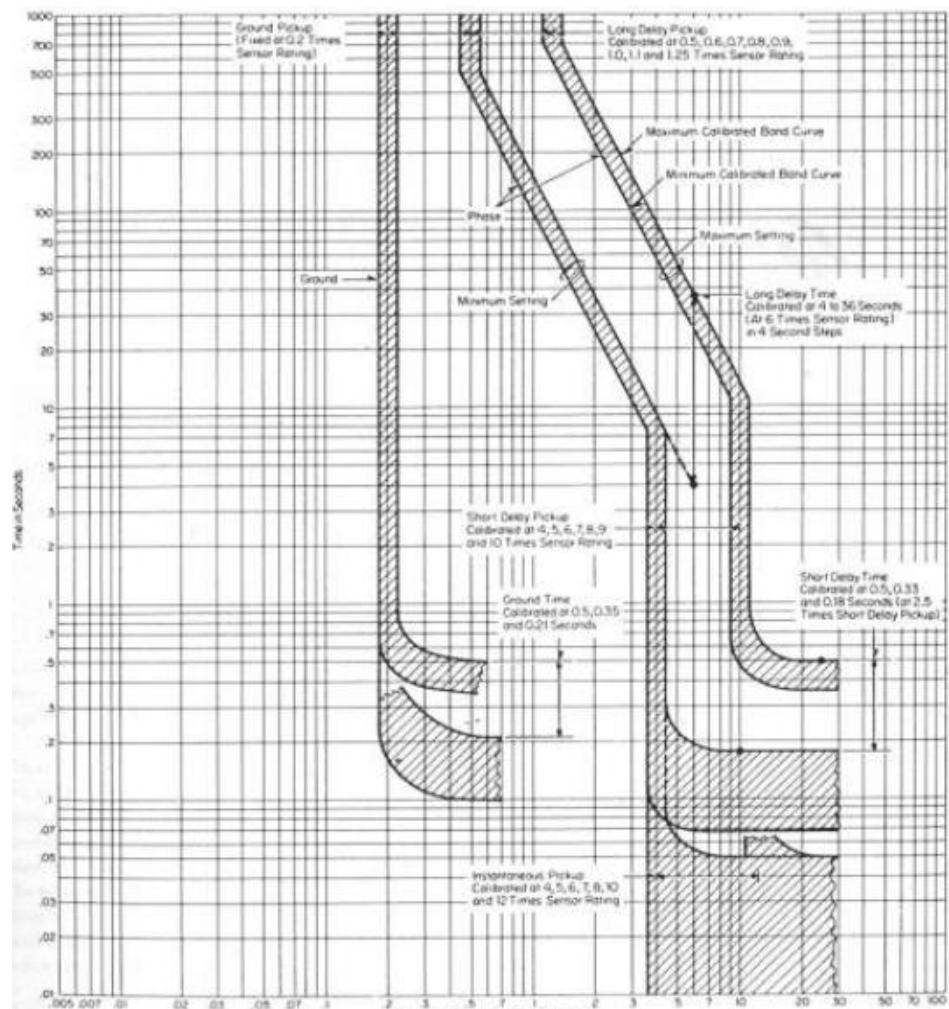
يؤدي نفس وظيفة MCB للحماية

2.4.1.7 CB في الجهد المتوسط

Power Circuit Breakers بـ

و يتوضع هذه الـ CBs داخل اللوحات المعروفة بـ Draw-out Switchgear حيث يكون الـ CBs في هذه الأنواع محملاً على عجلات لتسهيل دخوله وخروجه من اللوحة أثناء الصيانة مثلاً، كما في الصورة 2-2. وهذا النوع موجود بالسوق بـ Rated Current يتراوح بين 600 إلى 4000 أمبير.

2.4.1.8 ما المقصود بكل من SHORT DELAY TIME و LONG DELAY TIME



لاحظ أن المنحنى الممثل لعلاقة تيار الدا **MCCB** وزمن الفصل يتكون من جزأين:
الجزء الأول يسمى **(LD) Long Delay Time** وهو الجزء الخاص بفصل الأعطال ذات التيار المنخفض ،
والتي يمكنها تحملها لمدة طويلة نسبياً (تصل إلى عدة ثوانٍ) . وهذا الجزء الخاص بـ LD يبدأ في الشكل 2-12
بعمود رأسى تضيّط به قيمة الدا LD ، ثم خط مائل (يعطي زمن تدريجي للفصل) حتى ينتهي عند عمود رأسى
آخر تضيّط به قيمة بداية الدا SD . وبالتالي فمنطقة الدا LD تقع أساساً بين العمودين الرأسين اللذين يحدان
المدى الذي يمكن أن يتغير خلاله . لاحظ مرة أخرى أن العمودين الرأسين في الشكل وما يتبعهما من أجزاء
مائلة يمثلان في الواقع أقصى مدى لضيّط الدا MCCB أي أنهما يخصان CB واحد، ويمكن أن نتحكم في
قيمتهمما لضيّط هذه المنطقة.

وأما الجزء الثاني من منحنى هذه القواطع فسيسمى **(SD Short Delay Time)** وهو خاص بالأعطال
الخطرة التي يتم فصلها في زمن قصير جداً (قياس بـ ms). ويبداً من العمود الرأسى الثانى الذى يمثل بداية
منطقة الدا SD ثم يمتد أفقياً كما في الشكل 2-12. والمنحنين (في أقصى اليمين والوسط) يقع بينهما المدى
المسموح به لتغيير قيم الضيّط.

لاحظ أن المنحنى في أقصى اليسار لا يوجد له جزء مائل ، وذلك لأنّه يستخدم مع الوقاية ضد الأعطال
الأرضية والتي تفصل لحظياً بدون زمن تأخير.

2.4.2 الفيوzات (المصهرات) Fuse

2.4.2.1 أهم أنواع المصهرات

1- المصهرات الخرطوشية Cartridge Fuses

عنصر الفيوz داخل حيز اسطواني منا لخزف مليئه برمel سيليكوني لاخناد الشرر
عييه لا يميز بين حمل زائد دائم او فتره قصيري

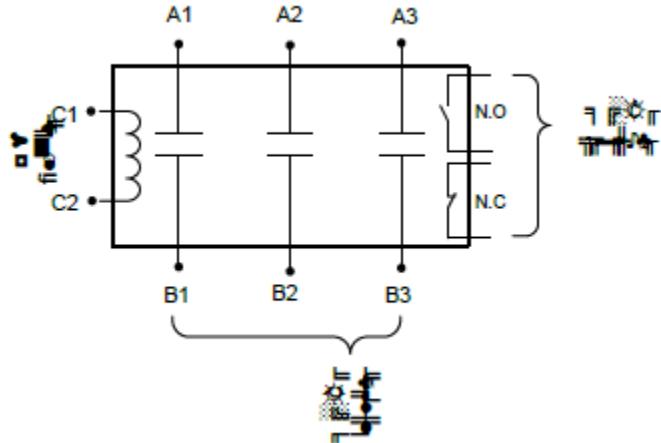
2- المصهرات ذات سعة القطع العالية High Rupturing Capacity, HRC

تتكون من لسطوانة أو مكعب من الخزف الجيد ونجد أن **Fuse Element** هنا عبارة عن سلك رفيع من الفضة الخالصة ،
لما الاسطوانة فإنها تملأ بمسحوق السيلكون ، ويتحمل هذا النوع قيم عالية للقصر ، كما يزود في الغالب بمبين
للعطل Fault Indicator ليدل على حدوث عطل)

ونشير أيضاً إلى أن هناك نوعين من الدا **Fuse element** : الأول يعرف بـ **Single Element** ، وفيه يكون عنصر الفيوz
المصنوع من الفضة مكوناً من مقطع واحد ، بينما الثاني يعرف بـ **Dual Element** وفيه يضاف لعنصر الفيوz السليق
جزء إضافي موصل معه على التوالي ويتتأثر فقط بالـ **Overload** .

المجموعه الرابعة 2.5 Control and utilization equipment

2.5.1 مفاتيح التلامس Contactors



2.5.1.1 أنواع أقطاب ال CONTACTOR

Normally Open

Normally Closed

2.5.1.2 أهم مواصفات ال CONTACTOR

- جهد التشغيل وقيمه وهل هو AC مثلا أم DC .
- عدد الأقطاب المساعدة ونوعها (N/O and N/C Auxiliary Contacts) ، وفي أغلب الأنواع يكون ال Contactor مزودا بقطب مساعد واحد من النوع الـ N/O ، ومجهز بـ N/C واحد أيضا.
- التيار المقنن Rated Current الذى يمر خلال الـ Main Poles .
- عدد الأقطاب الأساسية Main Poles وهى دائمًا فى الوضع Normally Open .
- طبيعة الحمل : فال Contactor يمكن أن يحمل A100 إذا كان الحمل المركب عليه من النوع Single Phase .
- بينما لا يتحمل أكثر من A75 إذا كان الحمل يمثل مثلاً موتور Resistive Load 3-Phase Inductive Load .
- ويتم التوصيف أيضاً طبقاً لمعلومات عن أقصى جهد تشغيل وأقصى جهد مفلجئ ، وأقل تيار لتشغيله ، وزمن الانتقال Switching Time ، وعدد مرات الـ Switching خلال عمره الافتراضي إلخ.

2.5.1.3 فئات ال CONTACTORS

AC1	وأبرز لستخدامات ال Contactors من هذه الفئة في فصل وتشغيل دوائر الإنارة، وفي هذه الحالة يجب ألا تقل سعة التصنيع للـ Contactor المستخدم عن <u>1.25</u> من قيمة التيار المغذى لمجموعة اللمبات
AC3	في هذه الفئة يستخدم الـ Contactor لأداء عدد من المهامات مثل Starting of Induction Motor أو فصل وتشغيل هذا المحرك الثالثي الأوجه. وفي هذه الفئة يجب أن يكون سعة التصنيع للـ Contactor المستخدم تساوى على الأقل <u>عشرة أمثال تيار المحرك المقنن</u>
AC4	لما هذه الفئة فهي مثل السلبقة ، لكن يمكن لستخدام هذا الـ Contactor في عكس دوران المحرك الثالثي الأوجه ، أو تحريكه على دفعات متتالية في فترة تشغيل قصيرة ، وهذا يعني أن تتوقع أن يكون الـ Contactor المستخدم في هذه الفئة يتحمل قيمة قصوى للتيار أعلى من النوعية المستخدمة في الفئة السابقة. و غالبا تكون سعة التصنيع للـ Contactor المستخدم من هذه الفئة تساوى على الأقل <u>12</u> مرة من تيار المحرك المقنن .

3 الفصل الثالث : تقدير الأحمال

3.1.1 معاملات تخفيض الأحمال

3.1.1.1 ما مفهوم معامل الطلب DEMAND FACTOR

هو انه من الطبيعي ان احمال الانارة لن تكون كافه لللمبات تعمل في وقت واحد، كذلك البرايز مثلا فانه لا يتم استخدام جميع البرايز المصمميه في آن واحد - ولذلك يمكن استخدام معامل الطلب لنوع واحد من الاحمال مع نفسه (نفس النوع)

- الانارة لا يقل عن 0.9
- البرايز يصل الى عن 0.5

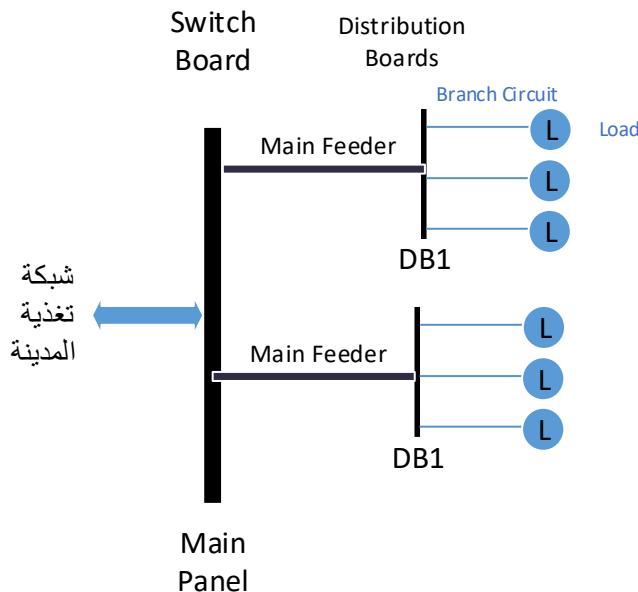
3.1.1.2 ما مفهوم معامل التباعد DIVERSITY FACTOR

لا ينبع بتباعد نوع واحد من الاحمال وانما يتعلق بالتباعد الزمني عند تشغيل مجموعه احمال ذات طبيعة مختلفه
يعني ممكن طلب الانارة 0.9 و البرايز 0.5 لكن ما علاقه عمل كل من الانارة والبرايز في نفس الوقت
غالبا نأخذ في الشقق والاحمال الصغير = $1-\frac{1}{n}$ عشان حساباته معقده ومش مستاهلها يعني

3.1.1.3 ما هو احتمال ان تعمل الانارة والمخارج في وقت واحد ؟

الاجابه هي عامل التباعد Diversity Factor هو تباعد بين احمال ذات طبيعة مختلفه (أنواع مختلفه)

4 الفصل الرابع : تصميم الدوائر الفرعية



4.1 الجزء الأول : قواعد التصميم الأولي للدوائر الفرعية

نصمم Cable cross section و CB capacity لكل من

الاحمال الثابتة

الاحمال المحرکات

4.1.1.1 ما هي المبادئ العامة لتصميم الدوائر الفرعية؟

1. يتم تغذية الأحمال المشابهة فقط في الدائرة الواحدة (يمنع مثلاً تغذية أحمال إبارة وبراييز معاً في دائرة واحدة).
أ. أحمال القوى يتم تغذيتها في دوائر منفصلة (على سبيل المثال : كل تكييف أو سخان يجب أن تكون له دائرة منفصلة ولا يغذي معه أية أحمال أخرى).
 2. حمل دائرة الإبارة في الشقق السكنية يكون في الغالب في حدود 4 : 6 أمبير والـ CB الخاص به يكون 10 أمبير ، لكن هذا هو الحد الأدنى ، وبالطبع يمكن أن يكون لدينا دوائر إبارة لها أحمال أعلى من ذلك ، لاسيما في دوائر إبارة السلالم مثلاً ، أو دوائر الإبارة في المجمعات التجارية الكبيرة ، وهذا بالطبع يتطلب تغيير قيمة الـ CB والكابل . وفي دوائر الإبارة في المصانع يضاف Contactor لاستخدام كمفتاح ON/OFF ليتمكنه تحمل التيار العالي .
 3. دائرة البراييز Sockets (المخارج العامة) يكون حملها في معظم دوائر الشقق السكنية في حدود 8A ولا يقل الـ (CB) الخاص بها عن 16A . لكن بالطبع هناك بعض الأحمال التي قد تحتاج لتيار أكبر من ذلك ، فعندها يمكن أن يوضع Junction Box في المكان المطلوب مع تزوييد الدائرة بـ Double Pole SW للتحكم في فصل وتشغيل هذه الأحمال .
 4. يتم تجميع الكشافات المتقاربة مع بعضها لتتغذى من دائرة واحدة ما لم تكن من نوعيات مختلفة (كشافات الإبارة العادي مثلاً لا تغذى من نفس الدائرة المغذية للكشافات إبارة الطوارئ) .
 5. الحمل الكلي على كل دائرة فرعية لا يجب أن يزيد عن 80% من قدرة الـ CB الخاصة بالدائرة خاصة إذا كان الـ Load يعمل بصورة متصلة .
 6. يصنف الحمل على أنه "حمل متصل" إذا عمل لمدة أكثر من 3 ساعات دون انقطاع .
 7. قدرة السلك Wire Rating عموماً يجب أن تكون أكبر من الـ CB Rating الذي يحميه.
 8. يجب أن تسمم دوائر الإبارة العمومية بحيث تكون قادرة على حمل التيار الإجمالي شاملة تيار المصباح وأجهزة تشغيله وأجهزة توافقيات (Harmonics) قد تكون موجودة بالدائرة وذلك في حالة الدوائر العمومية (النهائية) للإبارة والتي تغذى مصايبح التفريغ الكهربائي. ويتم تحديد الحمل وفي حالة عدم توافر معلومات كافية يحسب كالتالي:
- $$\text{الحمل (فولت. أمبير)} = \text{قدرة المصباح بالوات} \times 1.8 \text{ (على الأقل)}$$
- ويلاحظ أن رقم 1.8 مبني على أساس أن تكون الدائرة ذات معامل كثافة يساوي أو يزيد عن 0.85، مع مراعاة الفقد الناتج عن أجهزة التشغيل وجود تياريات التوافقيات.
9. إذا ما كانت الـ Sockets معرضة للتلف الميكانيكي، فإنه يجب وضعها داخل أغلفة معدنية متينة مؤرضة.
 10. عند استخدام جهود مختلفة أو أنواع مختلفة من التيار، يراعى أن تكون Sockets كل جهد أو نوع مختلف تماماً في الشكل عن الآخريات حتى لا يحدث خطأ في الاستخدام.
 11. يراعى عند استعمال عدد من الـ Sockets بحجرة مساحتها 50 متر² مربعاً أو أقل موزعة على أكثر من دائرة فرعية نهائية ، أن تكون جميعها على نفس الـ Phase وذلك لمنع احتمال وجود تيار بجهد 380 فولت بين أي سلكين موصلين إلى مأخذين بنفس الحجرة.
 12. وفي حالة الحجرات ذات المساحة أكبر من ذلك ، وكان هناك ضرورة لتوزيع الـ Sockets على دوائر فرعية نهائية تغذى من Phases مختلفة ، فيجب أن يراعى تركيب المأخذ بحيث يخدم كل Phase مساحة مستقلة بالحجرة وذلك لتفادي أن يلمس شخص جهازين يغذي كل منهما من Socket على Phase يخالف الـ المغذي للجهاز الآخر، وفي هذه الحالة يجب تمييز غطاء كل Socket بعلامة طور التغذية.

14. يراعى في حالة استخدام Sockets قوى ذات سعة 16 أمبير فأكثر أن توصل كل منها مباشرة بدائرة نهائية خاصة بها إلى لوحات التوزيع ، وإذا ما كانت هناك ضرورة لتوسيع أكثر من مخرج من هذا النوع على دائرة واحدة في مكان واحد يستخدم فيه جهاز واحد متعدد فلا يجب أن يزيد عدد المخارج عن أربعة.
15. يراعى عند استخدام Sockets على جانبي حائط أن تترك مسافة أفقية فيما بينهما مقدارها 150 مم على الأقل لتجنب انتقال الصوت من خلاها.
16. يجب أن تكون الـ Sockets في الحمامات أو المطابخ أو ما يماثلها في أماكن بحيث لا تكون في متناول الذراع لشخص مبلل بالمياه.
17. يجب مراعاة اختيار درجة الحماية (IP) المناسبة للـ Sockets في الأماكن المعرضة للمياه أو الأزرة.
18. لا يسمح بوجود الـ Sockets في حيز المغاطس وكائن الاستحمام.
19. يكون منسوب تركيب المقابس من 0.3 إلى 0.4 م من الأرضية النهائية في الأماكن السكنية والمكاتب باستثناء المطابخ والحمامات فتكون على منسوب من 1.2 إلى 1.35 م.
20. يجب ألا تزيد المسافة الأفقية بين مخرج الـ Sockets والحائط العمودي عن 1.80 م وبين مخرج المقابس والمخرج الذي يليه عن 3.65 م.
21. يحظر تركيب الـ Sockets أفقياً على أسطح تزييرات المعامل أو ما يشابهها لمنع تركم الأزرة والرطوبة داخل أجزائها المكهربة.
22. يراعى ألا يزيد عدد مخارج الإنارة أو المأخذ الكهربائية التي تستعمل لوحدات الإنارة والتي تحمل على دائرة فرعية نهائية واحدة عن عشرة مخارج.
23. يجب مراعاة البنود الخاصة بمقطع موصلات الدوائر الفرعية النهائية لمخارج وحدات الإضاءة والـ Sockets بالمجلد الثاني للكود المصري للتركيبات الكهربائية.

Static Loads 4.1.2

- .1 احسب تيار الحمل I_L (Load Current) .
- .2 اختر I_L بحيث لا يقل التيار المفمن له (I_L Rated Current) عن مرت� وربع من قيمة تيار I_L Load ، أى أن :

$$I_{CB} > 1.25 I_L$$

- .3 استخدم معاملات تصحيح تحميل الكابلات لحساب I_L Thermal De-rating factors Rating للكابل ، إن احتاج الأمر إلى ذلك.
- .4 اختر الكابل بحيث يكون I_L Rated Current للكابل أكبر I_{CABLE} المحسوب في الخطوة السابقة ، وبالطبع سيكون هذا التيار أكبر من تيار I_L CB . أى أنه يجب دائماً أن يكون :

$$I_{CABLE} < I_{CB}$$

1-2-4 ملاحظات هامة حول القواعد السابقة :

1. لاحظ أن I_L Rated Current للكابل يكون دائماً أكبر من I_L CB و هذا أمر منطقي حتى يمكن I_L CB أن يحمي الكابل .
2. لاحظ أيضاً أن تيار I_L CB أكبر من تيار I_L Load بنسبة 25% حتى نضمن لا يسخن I_L CB مع التحميل المستمر .
3. نختار دائماً أقرب قيمة قياسية (Standard Value) لتيار I_L CB أو الكابل بحيث تكون أعلى من القيمة المحسوبة من القواعد السابقة . ويمكن التجاوز إلى قيمة أعلى بخطوة من القيمة القريبة مباشرة في حالة تقارب القيمة المحسوبة مع أقرب قيمة قياسية . على سبيل المثال إذا كانت القيمة المحسوبة لـ I_L CB تساوى 23A فأقرب قيمة قياسية هي 25A لكننا يمكن أن نتجاوزها بخطوة ونختار 32A .
4. هذا التجاوز السابق لا يصلح عند اختيار قيمة I_L CB Short Circuit Capacity لـ I_L CB مثلاً ، بل يجب دائماً أن نختار الأقرب مباشرة دون زيادات حتى لا يتآثر I_L CB في فصل العطل .
5. يجب تصحيح قيم التحميل للكابلات في حالة وجود الكابل بجوار كابل آخر أو أكثر ، أو في حالة وجود الكابل في درجة حرارة أعلى من القيمة القياسية إلى غير ذلك من العوامل التي تتعرض لها بالتفصيل في الجزء الثاني من هذا الفصل ، وذلك باستخدام جداول التصحيح التي تعدتها الشركة المصنعة للكابل .

Dynamic Load 4.1.3 المركبات

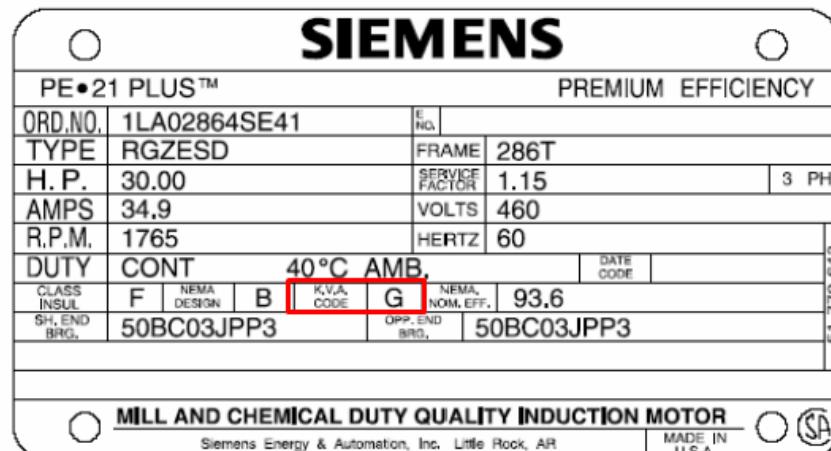
الفرق هو عمل حساب لتيار البدء الكبير

$$I_{m_{rated}} = \frac{P}{V * PF} = \frac{HP * 746}{V * PF}$$

السبب 4.1.3.1

$$I = \frac{V_s - k\phi\omega}{X_m}$$

4.1.3.2 كيفية تحديد تيار البدء من ال NAME PLATE



kVA Code	(kVA/HP) at starting
A	0-3.14
B	3.15-3.43
C	3.44-3.99
D	4 - 4.49
E	4.5 - 4.99
F	5 - (5.59)
G	5.6 - 6.29
H	6.3 - 7.09
J	7.1 - 7.99
K	8 - (8.99)

$$kVA / HP]_{ST} = \frac{5.6 + 6.29}{2} = 5.9 \text{ kVA / HP}$$

$$kVA]_{ST} = 5.9 \times 30 = 177 \text{ kVA}$$

$$I_{ST} = \frac{177 \times 1000}{\sqrt{3} \cdot 460} = 222A$$

4.1.3.3 ما المعلومات الموجودة على لوحة بيانات المحرك ؟

عامل الخدمة : Service Factor

وهو يعطى مؤشر على أقصى التحميل يمكن الوصول إليه ، فمثلا لو كان هذا العامل يساوى 1.15 كما في الشكل 4-5 فمعناه أننا يمكن تحميل هذا المотор 15% فوق التحميل الطبيعي له . لكن بالطبع سيكون هذا على حساب العمر الافتراضي له الذي سيقل إذا كثر تحميل المotor بهذه النسبة.

نوعية العزل : Insulation Class

وهي معلومة هامة جدا لأنه تعطى مؤشر إلى المدى الأقصى في درجات الحرارة التي يتحملها هذا المотор ، وهناك ستة Classes عالمية كما وردت في الجدول 2-5 (الفصل الثاني) ، وكل منها يتحمل درجة الحرارة المبينة بجوار الرمز . لاحظ في الشكل 4-5 أن العزل من الطبقة F الذي يتحمل 155 درجة.

درجة الحماية الخارجية NEMA Design

وهي مجموعة من الـ Classes يشير كل حرف منها إلى مستوى حماية معين للـ Enclosure المحيط بالمحرك للحماية ضد الماء والأتربة والزيوت إلخ. وهو مصطلح أمريكي صادر عن: National Electrical Manufacture Association (NEMA) ويشبه تماما مصطلح IP المستخدم مع لوحات التوزيع في المواصفات العالمية.

1- هل سيحترق الكابل عند مرور الـ Starting Current ؟
 بالطبع لا . فرغم أن الـ Starting Current بالفعل أكبر بكثير من تحمل هذا الكابل إلا أنه يستمر لمدة وجيزة وبالتالي لن يصل الكابل خلال هذه الثواني إلى درجة السخونة الكافية لكي يحترق .

2- وماذا عن مرور تيار بالموتور أعلى من التيار الطبيعي لكنه في نفس الوقت أقل من تيار الـ CB ؟
 ففي المثال السابق مثلاً كان التيار المقمن للمحرك 93A بينما تيار الـ CB كان يساوي 250A فلو مر تيار بالمحرك قدره 200A - نتيجة عطل ما - فلن يقوم الـ CB بفصله لأن التيار المار لا يزال أقل من الـ CB ، ومن ثم فهناك خطورة على الكابل وعلى المحرك ، فما الحل ؟.

لعلاج هذه المشكلة فإن المحركات الكبيرة تزود كما ذكرنا بجهاز حماية إضافي (OL) Over Load ، وهو جهاز حراري حساس لأى زيادة في التيار أعلى من قيمة الضبط له . وغالباً يتم ضبطه على حوالي 1.05 من قيمة التيار الطبيعي للدائرة ، وبالتالي ففي حالة زيادة التيار إلى 200A مثلاً فإن الـ Over Load سيتمكن بسهولة اكتشاف هذا العطل الذي لا يمكن أن يكتشفه الـ CB.

3- فهل سبب الـ Starting Current في فصل Over Load في فصل Starting Current والإجابة لانفس التبرير السابق وهو أن الـ Starting Current يتراقص بعد ثوانٍ معدودة في حين إن جهاز الـ Over Load يحتاج لوقت حتى يتأثر بأى ارتفاع في التيار ومن ثم فلن يتأثر بتيار البدء المرتفع .

4- فهل من الممكن الاستغناء عن الـ CB والاكتفاء بالـ Over Load ؟
 بالطبع لا ... لأن الـ CB أساسى فى الوقاية من الأعطال ذات التيار المرتفع Short Circuits . ورغم أن الـ OL سيشعر بكلفة الأعطال بما فيها الأعطال ذات التيار المرتفع لكنه سيفصلها متأخراً لأنه يحتاج لوقت كما ذكرنا سابقاً ، أما الـ CB فلأنه يعمل طبقاً لنظرية التأثير المغناطيسي للتيار ، فإن أى ارتفاع في قيمة التيار ستنسب فوراً إلى إحداث هذا التأثير المغناطيسي ، ومن ثم سيفصل الـ CB فوراً .

تجدر الإشارة إلى أن بعض الـ CBs تكون مزودة بخاصية اكتشاف الأعطال ذات التيار المنخفض وبالتالي فلا تحتاج لإضافة OL إلى دائرة الوقاية الخاصة بالمحرك .

ملاحظات :

1. كان من الممكن اختيار الكابل الأقل بشرط أن يزود بـ Over Load .
2. عمليات تصحيح تحمل الكابلات إن احتجنا إليها (مثل تأثير درجة الحرارة أو عدد الكابلات المتتجاوزة إلخ) يمكن أن تسبب في رفع مقطع الكابل ربما لأكثر من ذلك .
3. الحسابات الخاصة بتصميم الدوائر الفرعية الخاصة بكل موتور يمكن الرجوع إلى قواعدها في المثال السابق .

4.2 الجزء الثاني : اختبارات التأكيد من صحة التصميم

- 1 اختبار التحمل الحراري للكابل (درجه حراره الجو و ظروف التمديد)
- 2 اختبار مدة الهبوط في الجهد Voltage Drop (للتتأكد ان VD عن نهايه الكبل لا يتعد الحدود المسموحة)
- 3 اختبار تحمل الكابل وكذلك تحمل ال CB لاقصى تيار قصر SC متوقع مروره بال CB

تم على الكابلات الرئيسية فقط

5 الفصل الخامس : تصميم لوحات وشبكات التوزيع الكهربية

تصميم اللوحات يعني

- اختيار الـ CB العمومي للوحة
- اختيار مقطع الكابل العمومي للوحة
- توزيع الاحمال داخل اللوحة بطريقة صحيحة
- دراسة انساب الطرق لتغذية مجموعة اللوحات سواء العمومية أو الفرعية.

الجزء الأول: تفاصيل تصميم لوحات التوزيع الفرعية

الجزء الثاني: طريقة حساب حمل اللوحة العمومية + أمثلة

الجزء الثالث: لتصميم شبكات التوزيع العمومية + مثالين

الجزء الأول : تفاصيل تصميم لوحات التوزيع الفرعية

5.1.1.1 ما القواعد العامة في تصميم اللوحات الفرعية ؟

1. توزع أحمال الإنارة بالتساوي بين الـ Phases 3-.
2. في لوحات الشقق السكنية الصغيرة تغذي أحمال التكييف مع أحمال الإنارة وأحمال المخارج العامة من لوحة واحدة ، وذلك بتقسيم اللوحة إلى قسمين : Light Section ، وقسم الـ Power Section .
3. تغذي اللوحة من كابل 3-Phase ما لم يكن الحمل الإجمالي أقل من 10 kVA .
4. في حالة البيوت الكبيرة (خاصة في منطقة الخليج حيث حمل المنزل يصل أحياناً إلى 100 kVA) أو في المباني الإدارية فإنه يتم تجميع أحمال التكييف في لوحة منفصلة عن بقية أحمال المنزل .
5. في المشروعات الكبيرة والمتوسطة يتم فصل أحمال الإنارة Lighting عن أحمال المخارج العامة والسخانات والتي تسمى عادة بأحمال القوى Power ، ويفصلها أيضاً عن أحمال التكييف ، وبالتالي يصبح لدينا ثلاثة أنواع من اللوحات : إنارة ، قوى ، وتكييف (وهو تقسيم مفضل لكنه ليس إلزامياً).
6. يفضل دائماً في المباني الكبيرة الممتدة أفقياً والتي تتكون من أجزاء يفصل بينها فواصل تمدد ، أن تختص كل لوحة أو عدد من لوحات التوزيع الفرعية بجزء من أجزاء المبني وذلك لتقليل عبور التوصيلات والكابلات لفواصل التمدد إلى الحد الأدنى .
7. الدوائر الهامة في كل نوع من أنواع اللوحات الثلاثة السابقة (وهي الدوائر التي تغذي أحمالاً مهمة) يتم تجميعها في لوحات منفصلة تسمى لوحات الطوارئ ، والتي سيتم تغذيتها بطريقة تختلف عن تغذية اللوحات العادية كما سنتبين لاحقاً .
8. يجب أن لا تقل قدرة المعدن العمومي للوحدة شقة مثلاً عن الحمل المحسوب طبقاً لقواعد Watt/m² لهذه الشقة ، وهي القواعد التي سبق الحديث عنها في الفصل الثالث .
9. لا يزيد عدد الدوائر الفرعية في الوحدة الواحدة عن 36 دائرة .
10. يجب تركيب عدد إضافي من الـ CBs للتركيبات المستقبلية المغذاة من اللوحة Spare.
11. يحسن أيضاً ترك مساحة في اللوحة خالية (دون أي CBs) لاستخدامها حين الحاجة لتركيب قيم أخرى مستقبلية Space Only .
12. يجب تأريض أجسام جميع لوحات التوزيع .
13. يجب أن لا يقل البعد بين موصلات الـ Phases بغضبان التوزيع في اللوحات عن 2.54 سم كما يجب أن لا تقل المسافة بينها وبين أي جزء مؤرخ في اللوحة عن 2.54 سم .
14. يجب أن يتم توزيع الأحمال على الأوجه الثلاثة (الـ 3- Phases) بحيث يكون بينهم - قدر الإمكان - أكبر قدر من التمايز Symmetric Distribution . وربما تكون المحاولة الأولى للتوزيع للأحمال على الـ 3- Phases فاشلة ، بمعنى أن حمل أحد الـ Phases يزيد كثيراً عن الآخرين ، فعندها يعاد التوزيع بين الـ Phases بأن تنقل دائرة من الـ Phase الأعلى حملاً إلى الـ Phase الأقل حملاً ، وهذا حتى نصل إلى اتزان الأحمال أو ما يعرف بـ Phase Balance .

15. الأحمال التي يستحيل أن تعمل معا في وقت واحد ترکب على نفس الـ Phase . على سبيل المثال التكثيف والمدفأة ، ويؤخذ الأكبر منها فقط في حساب مجموع الأحمال عند حساب الحمل التصميمي للوحة.

16. الـ CBs الكبيرة (الأعلى من 100A) تكون غالبا متاحة في السوق بميزة إضافية وهي إمكانية الضبط على قيمة أقل من القيمة العظمى . على سبيل المثال الـ CB المفمن على 100A يمكن ضبطه ليحصل Trip عند 63A أو 80A .

17. تسمى القيمة الاسمية لـ CB بـ Frame Value بينما تسمى قيمة الضبط لنفس الـ CB بـ Trip Value ، فإذا اختلفت قيمة الضبط المستخدمة عن القيمة الاسمية فإننا نكتب هذه المعلومات على صورة (80A) 100A ، لينتهي المستخدم إلى أننا نحتاج لـ CB له قيمة اسمية تساوى 100A لكنه سيستخدم داخل هذه الدائرة مضبوطا على قيمة 80A فقط.

18. بعد توزيع الأحمال بالتساوي - قدر الإمكان - بين الـ 3-Phases يتم اختيار الكابل الرئيسي المغذي للوحة ، وكذلك اختيار الـ CB الرئيسي لها طبقا لقيمة أعلى Phase Current في الأوجه الثلاثة مالم تكن الـ 3-Phases متساوية .

19. في حالة اللوحات الكبيرة حيث التيار الكلي يكون عاليا ، وقد لا تجد كابلا منفردا يمكن أن يتحمل التيار العمومي للوحة ، ففي هذه الحالة سيتم اختيار مقطع الكابل العمومي للوحة بحيث يعطى أقل عدد من الكابلات المتوازية ، مع تفريغ الكسر الذي ينتج من المعادلة (عدد الكابلات = التيار الكلى ÷ تيار الكابل) إلى أقرب أعلى رقم صحيح.

20. في حالة استخدام كابلات موصولة على التوازي يجب أن تكون جميعا من نفس النوع ونفس المقطع.

21. يتم استخدام كابلات الـ Multi-core فقط حتى مقطع 240 ملم² ، وبعد ذلك يجب استخدام كابلات Single-core لضمان سهولة التعامل معها عند التمديد.

22. اختر دائماً أقرب قيمة قياسية أعلى من المحسوب (سواء للكابل أو لـ CB) ، ويجوز تجاوز هذه القيمة إلى قيمة أعلى بدرجة أخرى إذا كانت القيمة القياسية قريبة من القيم المحسوبة ، على سبيل المثال اختر CB قيمته 20A إذا كانت القيمة المحسوبة تساوى 14A ، رغم أن 15A نظرياً مناسبة ، لكننا نتجاوزها لقربها من القيمة المحسوبة.

5.1.2 حساب الحمل التصميمي للوحة فرعية

كيفيه تحديد rated load لهذه اللوحة

NEC -1

-2 تجمع كله وخلاص TCL “total connected load”

-3 بالمساحه

5.2 مشاكل عدم التمايز unbalance في لوحات التوزيع

5.2.1 حدوث عدم اتزان بين جهود ال three phases

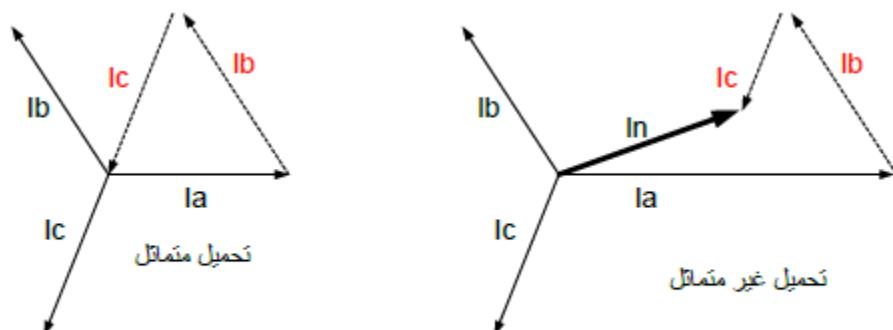
$$\frac{V_2(+ve seq.)}{V_1(-ve seq.)}$$

$$V_1 = V_a + \alpha V_b + \alpha^2 V_c$$

$$V_2 = V_a + \alpha^2 V_b + \alpha V_c$$

ويدل V_2 على عدم الاتزان وهو احد الاسباب الرئيسية لسخونة المعدات بالشبكة فوق المستوى الطبيعي وهي لا تظهر مطلقا الا في حالة عدم اتزان توزيع الاموال .

5.2.2 ارتفاع جهد نقطة التعادل في المحول



شكل 5-2 : تيار التعادل في حالتي التوزيع المتماثل وغير المتماثل.

عدم وجود اتزان بين الفيزيات ال 3 يمر تيار في ال neutral ومن ثم يوجد له جهد فينخفض الجهد المسلط على الحمل ولنفس القدرة يزداد التيار بقيمه بسيطه لا يحسها ال CB ولكن يسبب تراكم حراري في الاجهزه وذلك خاصة في ال power devices .

Power Loss قيمة الارتفاع 5.2.3

فلو فرضنا أن تيار كل Phase يساوى 100 أمبير ، وفرض أن مقاومة الكابل لكل Phase تساوى 0.1 أوم ، فهذا يعني أن الفقد في القدرة يساوى:

$$3 I^2 \times R = 3 \times (100)^2 \times 0.1 = 3000 \text{ W}$$

الآن : لو فرضنا أن كل تيارات الأوجه الثلاثة ($100A+100A+100A$) صارت جميعا في Phase-A فقط (تحميل غير متوازن) فعندها تصبح الفقد في القدرة تساوى

$$2 \times I^2 \times R = 2 \times (300)^2 \times 0.1 = 18000 \text{ W}$$

(لاحظ أننا ضربنا الفقد في 2 ، لأن التيار في هذه الحالة يمر في الموصى الخاص بـ Phase-A ، ويكمل الدائرة من خلال موصى خط التعادل الذي أصبح تياره لا يساوى صفرًا كما في حالة الأحمال المتوازنة ، بل أصبح يساوى $300A$ (نفس تيار الـ Phase ، ومن ثم ضربنا في 2) . لاحظ أن الفقد في القدرة في حالة الأحمال الغير متوازنة تضاعف ستة مرات مقارنة بالفقد في حالة التحميل المتوازن).

5.2.4 احتراق موصى الأرضي بعد فترة من الزمن

5.3 الجزء الثاني: تصميم اللوحات العمومية

<p>بـكابل من شبكة ضغط منخفض على جهد ثلاثي الأطوار" 380 / 220 فولت 50 هرتز. ويتم تركيب صندوق في مدخل المبنى) أو كوفريه (أو صندوق توزيع لربط كبلات الدخول وكبلات الخروج للمبنى.</p>	<p>مبني يحتاج لقدرة تساوى أو أقل من 200 ك.ف.أ. (مبني محدود)</p>
<p>وتطلب هذه النوعية من المبني غرفة خاصة للمحولات دخل المبني ، وتحتوى هذه الغرفة حسب شكل 3-5 على وحدة توزيع حلقة RMU للجهد المتوسط (11 أو 22 كيلو فولت) و المحول</p>	<p>مبني يحتاج لقدرة أكبر من 200 ك.ف.أ. وأقل من 500 ك.ف.أ (مبني متوسط) مبني يحتاج لقدرة أكبر من 500 ك.ف.أ. وأقل من 1000 ك.ف.أ (مبني عام)</p>
<p>شكل 3-5 غرفة المحول</p>	
	<p>مبني يحتاج لقدرة أكبر من 1000 ك.ف.أ. وأقل من 2000 ك.ف.أ.(مبني كبير)</p>
	<p>مبني يحتاج لقدرة أكبر من 2000 ك.ف.أ. (مبني مركزي).</p>

5.3.1.1 ملاحظات على مبنى المحول

ويلزم مرلجة شركة توزيع الكهرباء فى المنطقة التى سينشأ فيها المبنى للتأكد من توفير الطاقة لتغذية المبنى وهل ستتم التغذية بغرفة محولات ، أو كشك معدنى ولوحة حلقة مع مكثفات تحسين معامل القدرة ، أو يلزم إنشاء موزع

- يكون الحد الأدنى لسعة تيار القصر SC Capacity مرتبط بقدرة محول التغذية ، فعلى سبيل المثال فى حالة المحول قدرة 500 ك.ف.أ. تكون الأحمال المغذاة منه محمية بقواطع CBs تتتحمل تيار قصر لا يقل عن 22 كيلو أمبير. أما المحول قدرة 1000 ك.ف.أ. فيجب حملى الأحمال المغذاة منه بـ CBs تتتحمل تيار قصر لا يقل عن 45 كيلو أمبير ، وهكذا حسب قدرة وسعة المحول المغذي لهذه الأحمال.
- يلزم أن يراعى فى لوحات الضغط المنخفض ترتيب وحساب سعة تيار الـ CBs ، ومراقبة التتابع (Coordination) للقواطع العمومية ثم القواطع الفرعية من اللوحات الرئيسية إلى اللوحات الفرعية والتأكد من أن نظام الوقاية للفصل قد تم ترتيبه وضبطه لضمان فصل القاطع الأقرب لنقطة زيادة الحمل أو القصر أولًا، ثم الذى يليه، فالذى يليه فى التتابع حتى القاطع فى اللوحات الرئيسية.
- يفضل فى لوحات الجهد المنخفض والتى يكون ISC بها أكبر من 1500 أمبير أن يتم استخدام (Bus-Duct) من اللوحات العمومية إلى اللوحات الفرعية.

يفضل دائمًا أن تكون لوحات التوزيع الرئيسية والفرعية مستقلة لكل من تراكيب الإضاءة وتركيبات القوى وتكون مغنيات كل منها منفصلة عن المغنيات الأخرى.

5.3.2 حساب احمال اللوحات العمومية

لا نأخذ معامل الطلب في الحسبان لأننا أخذنا مره في اللوحات الفرعية

شركة الكهرباء تأخذ معامل diversity factor هي مع نفسها هي حره انا مالي انا بشركه الكهرباء هتتعين فيها يعني ؟؟

5.3.3 ادرس الامثله الخاصه بانواع اللوحات جيدا جدا جدا

اللوحة الطوارئ الرئيسية (ESMSB) :

وهذه اللوحة (ESMSB) يتجمع فيها كافة أحمال الطوارئ بالبرج ، ومثبتة في مكان فوق السطح لأنه المكان الأقرب لجمع أكبر عدد من أحمال الطوارئ ، ويتم تغذيتها من خلال ATS مرتبط بمولد التغذية الاحتياطية والمقدر قيمته بـ 250 kVA .

ملحوظات :

1- توجد ثلاثة مكينات للتكييف Chillers مربوطة على لوحة تزامن Synchronization Panel تغذى بcablins من اللوحتين MSB-1 و MSB-2 ، بحيث تعمل ماكينتين منهم فقط وتترك الثالثة كاحتياطية .

2- في حالة الأبراج العالية هذه فإن هناك عنصرين جديدين يكثر استخدامهما وهما :
الأول : هو نوع التكييف الذي يكون غالباً مكوناً من Water Chillers ، وليس من وحدات خاصة بكل شقة .

وقد استخدم في هذا المشروع وحدتين Water Chillers كبيرتين قدرة كل منها 104 kW لتنفية المبني ، وهذا النوع من التكييف يكون أكثر كفاءة وأكثر اقتصادياً ، مع ملاحظة أن استهلاك الكهرباء الخاصة بهذه الوحدات سيكون محسوباً بعدد خاص للمبني كله كوحدة واحدة ، وبالتالي لا يظهر حمل التكييف في اللوحات الفرعية بالأدوار ، اللهم إلا وحدة U.A.H الخاصة بتحريك الهواء في كل دور / مكتب فهي فقط

التي ستظهر قدرتها ضمن أحجام اللوحات الفرعية . وسنحتاج بالمثل إلى عدادات عمومية للمصاعد والمصخات وذلك على خلاف المثال السابق الذي قدمنا فيه نموذجاً لعمارة (الإسكان المتوسط) حيث وضع عداد خاص بكل شقة لقياس كافة الأحمال بما فيها التكييف . ويمكن الرجوع لنهاية الفصل الثالث لمزيد من المعلومات عن هذه النوعية من أجهزة التكييف .

الثاني : أن أحجام وحدات الـ Chillers وكذلك مكينات المصاعد موجودة فوق سطح المبني ، وهي أحجام ذات قدرة كهربائية عالية ، وتحتاج لعدد كبير من الكابلات المتوازية التي تصعد مندور الأرضى إلى السطح ، مما يستلزم تخصيص مساحات لتركيب هذه الكابلات ، بالإضافة إلى عدم كفاءة هذا الأسلوب ، ومن ثم فالأفضل في هذه الحالة استخدام الـ Bus Duct فقط لتنفية هذه المجموعة من الأحمال . وبما أنه عملياً لا يفضل استخدام نوعين من الموصلات (كابلات و Bus Duct) في وقت واحد ومن ثم فإنه يفضل استخدام نظام الـ Bus Duct لكافة الأحمال بالمبني بما في ذلك اللوحات الفرعية بكل دور ، وهذا يعني أننا إذا حسمنا المقارنة بين خيار الكابلات و خيار الـ Bus Duct لصالح الـ Bus Duct وهذا يعني أننا سنستخدم Bus Duct رئيسي يتفرع منه عند كل دور (بواسطة Tap-off) كابل فرعى لتنفية اللوحة الفرعية الخاصة بالدور .

3- يفضل دائماً عند رسم المخططات (كما في الأشكال السابقة) أن تظهر على هذه المخططات أكبر قدر من المعلومات من قبيل حمل اللوحة الفرعية ، ومكان تثبيتها ، وتفاصيل الكابلات ، و الـ CBs المستخدمة مع اللوحات .

وملحق 4 بهذا الكتاب يشتمل على الأحمال التفصيلية لكل لوحة من اللوحات الفرعية التي تتغذى من اللوحات العمومية السابقة ، فيحسن مراجعته.

5.3.4 أحمال الشتاء والصيف (موضوع ملوش اي ستين لازمه)

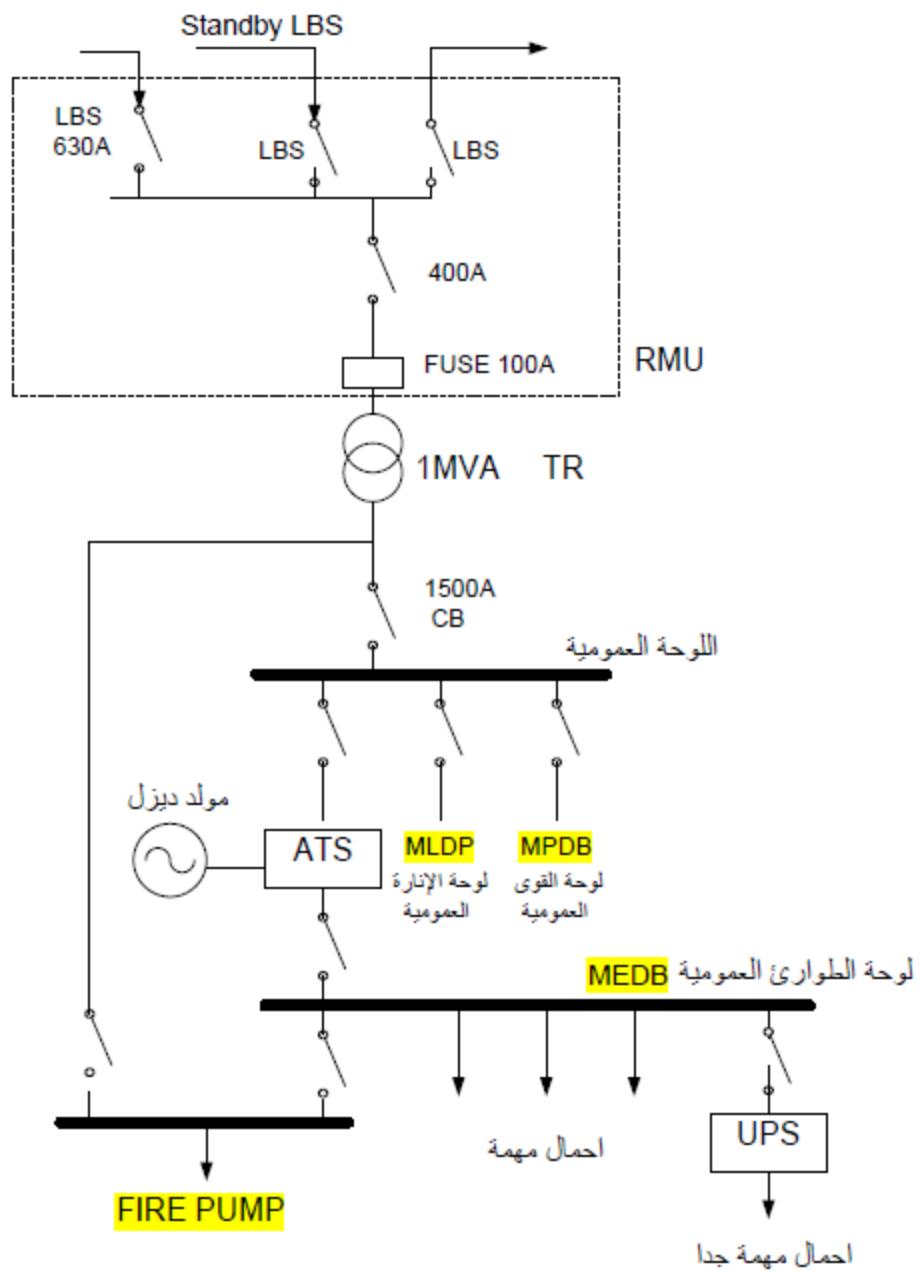
في بعض المباني المميزة مثل البنوك والمكاتب الهرمية يعمد التكييف صيفاً على البارد ويعمل على الساخن شتاءً، وبالطبع فالحمل في الحالتين غير متساوي، وفي هذه الحالة يجب أن يحسب إجمالي لحمل اللوحات العمومية في الصيف، ولجمالي الأحمال في الشتاء، ويؤخذ الأكبر منها عند حساب الحمل الكلي) وهو بالطبع حمل الصيف لأن قدرة Compressor التبريد تكون دائمًا أعلى من قدرة السخان المستخدم في التسخين في الشتاء

ولكن هذا لا يعني أن لحمل الصيف دائمًا أكبر من لحمل الشتاء لأن هناك أحمالاً أخرى تكون في الشتاء أكبر منها في الصيف مثل لحمل سخانات المياه، فهي تتضمن بنسبة 80% في الشتاء، بينما تتضمن بنسبة 30% فقط في الصيف. أيضًا هناك الدفيئات تتضمن فقط في الشتاء إذا لم يكن هناك تكييف ساخن. أما بقية الأحمال مثل الإنارة والمخارج العامة فهي ثابتة صيفاً وشتاءً دون تغيير، ولذا يحسن أن يتم عمل جدول لتحليل الأحمال صيفاً وشتاءً للوصول للأكبر منها.

الجزء الثالث : تصميم شبكات التغذية العامة

5.4.1 مشروع مكون من محول واحد MVA1

هنا يتم التغذية من RMU واحدة



لوحة مشروع به محول واحد 12-5 الشكل :

حيث:

MLDB: Main Light Distribution Board

MPDB: Main Power Distribution Board

MEDB: Main Emergency Distribution Board

MACDB: Main AC Distribution Board

ملاحظات:

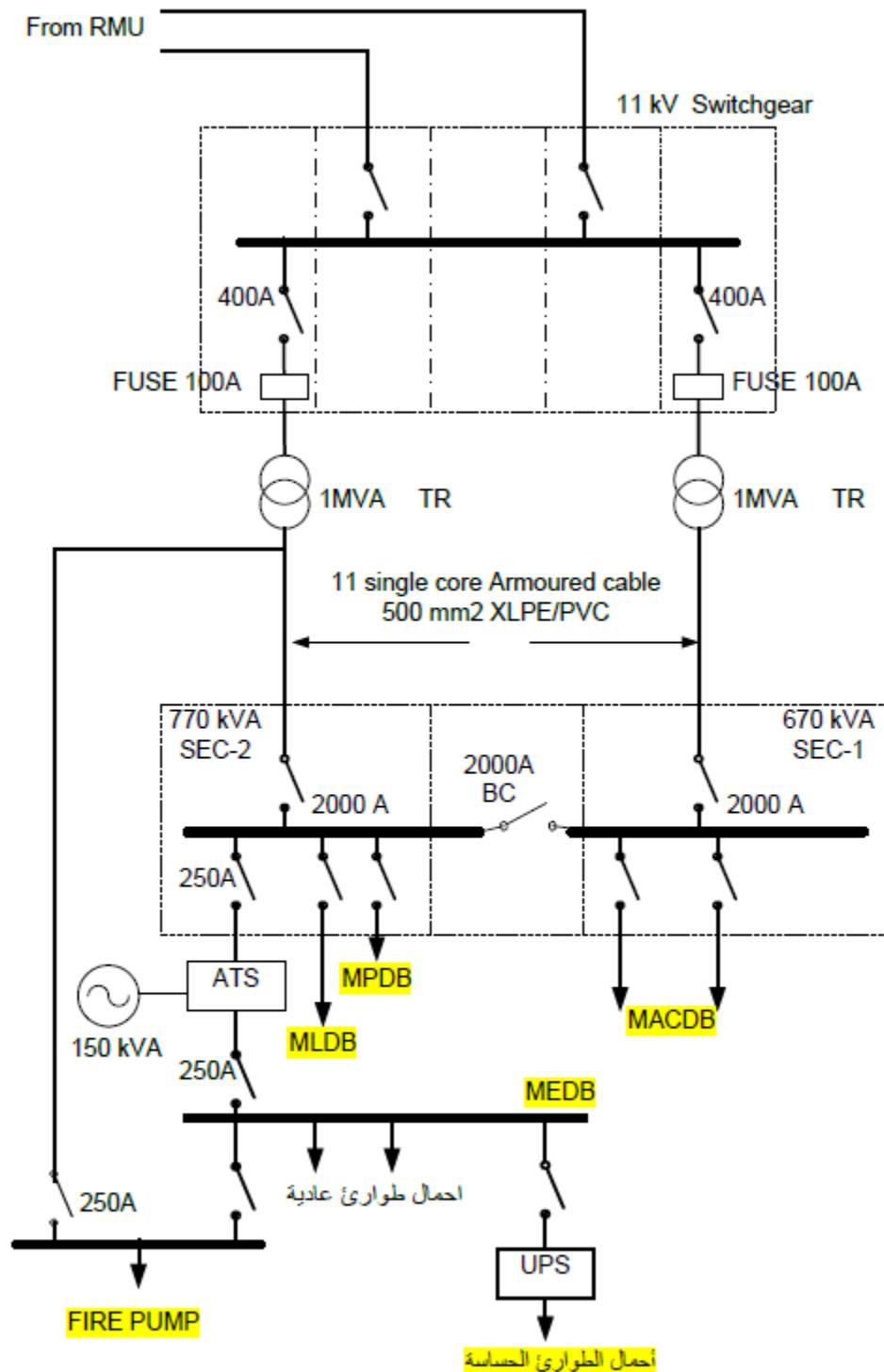
- 1- نظراً لصغر المشروع فإن جميع اللوحات العمومية يمكن تغذيتها من BB واحد كما في الشكل السابق.
- 2- لوحات الأحمال الهامة (أحمال الطوارئ) يتم تجميعها على لوحة طوارئ رئيسية MEDB ثم يتم تغذيتها من خلال ATS كما في الشكل 5-12.
- 3- الأحمال الهامة جداً والحساسة لأنني انقطاع في الكهرباء Critical Loads يتم تغذيتها من خلال UPS الذي يتغذى بدوره من ATS.

5.4.2 تغذية لوحات الطوارئ

لوحات الطوارئ هي لوحات تتبع نفس قواعد التصميم العادي لكنها فقط تتميز بأن جميع الدوائر الفرعية في اللوحة تغذى أحمالاً مهمة كما أن التغذية العمومية للوحدة تتم بطريقة مميزة عن التغذية العمومية للوحات العادية. على سبيل المثال فالدوائر الخاصة بإبارة الممرات مثلاً لا تغذى من اللوحات العادية بل تغذى من لوحة الطوارئ MEDB ، وهذه اللوحة تغذى من خلال ما يعرف بـ ATS (راجع تفاصيل هذه اللوحة بالفصل الثاني من هذا الكتاب) . ومن لوحة الـ (MEDB) يتم تغذية الأحمال الأكثر أهمية وحساسية عن طريق الـ UPS الذي يغذى من إحدى الدوائر في لوحة الـ MEDB .

مشروع مكون من محولين 5.4.3

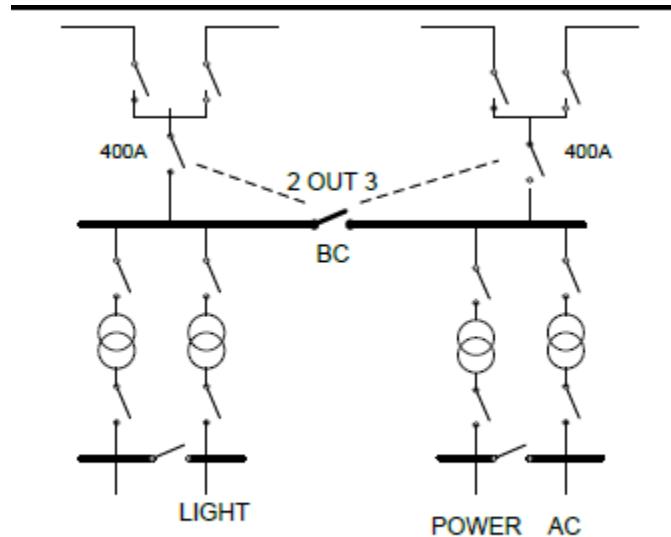
يتم هنا تقسيم الـ BB إلى جزأين ويتم الربط بينهما بواسطة Bus Coupler، BC كما في الشكل 5-13. لاحظ أن من ميزات هذا الأسلوب ضمان استمرارية الخدمة حتى مع خروج أي من المحولين ، وذلك لوجود دائرة تسمى Two out of Three وظيفتها أن تضمن وجود اثنين من الـ CBs فقط في الخدمة من بين الثلاثة قواطع (CB-1, CB-2, BC) . لاحظ هنا أن الربط تم في جهة الجهد المنخفض للمحول ليسهل تنفيذ دائرة التحكم (2 out of 3) السابق ذكرها.



شكل 5-13: مشروع تغذية من محولين

5.4.4 مشروع مكون من أربعة محولات

لاحظ فى هذا الأسلوب الجديد المبين فى الشكل 5-14 أن الربط قد تم فى جهة الجهد المتوسط للمحول وليس فى جهة الجهد المنخفض ، وهذا يعطى ميزة جديدة وهى أن المجموعة اليمنى لا تعتبر على التوازى مع المجموعة البالى ، وهذا يعنى أن مستوى تيار القصر لن يرتفع.



شكل 5-14: مشروع به أربع محولات

5.4.5 ربط مجمع سكني فاخر بالشبكة العامة

نعرض هنا مثلاً لتغذية اللوحات العمومية الخاصة بأحد المجمعات السكنية الفاخرة . وبالطبع كما أشرنا في مقدمة الفصل فإننا لن نستطيع شرح كافة التفاصيل الخاصة بالمشروع لكننا سنركز فقط على بعض النقاط الهامة والمميزة للمشروع خاصة تلك التي لم يتم التعرض لها في الأمثلة السابقة . وفي هذا المثال سنركز فقط على ربط المشروع بالشبكة العامة من خلال لوحة الجهد المتوسط .

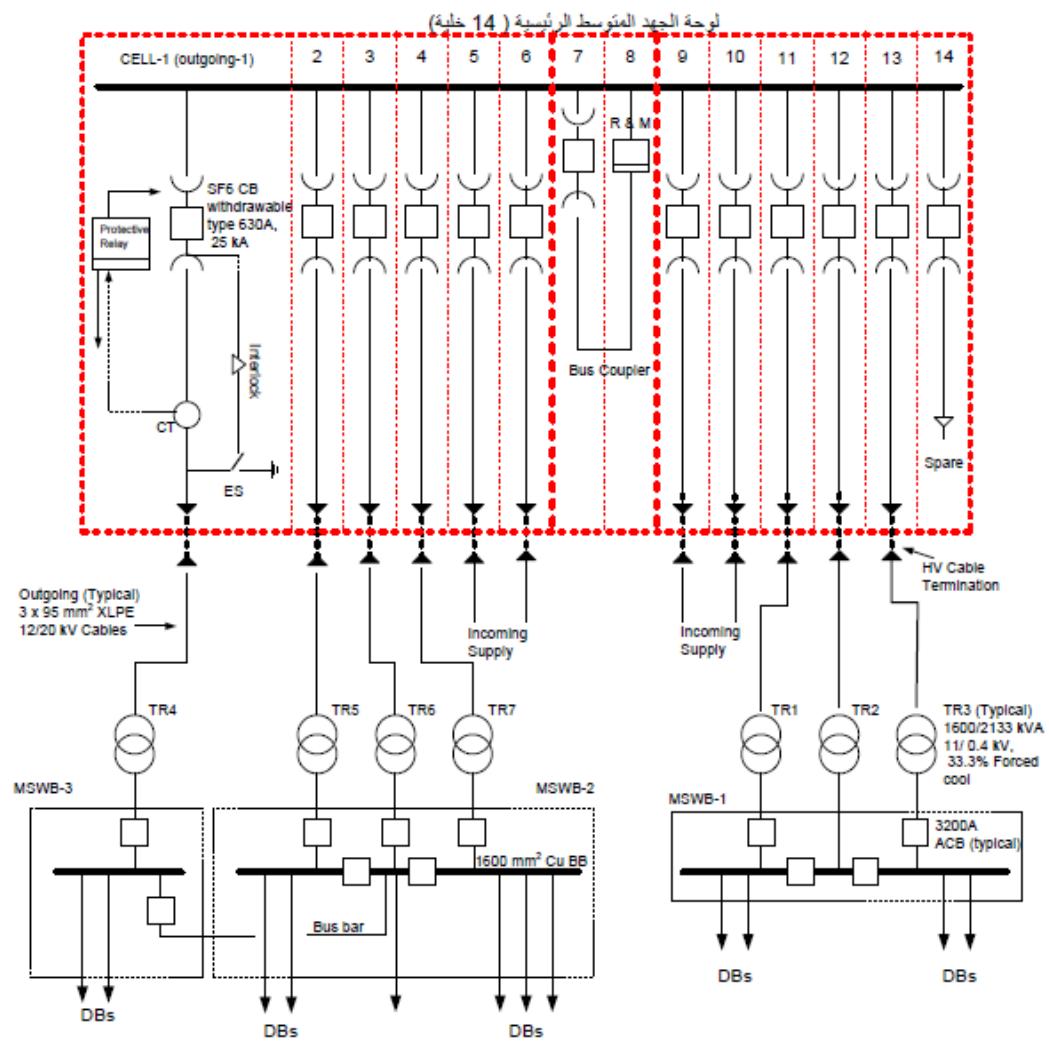
وقد قدر الحمل الكلي لهذا المجمع بسبع محولات (TR1 to TR7) ، قدرة كل منهم kVA 1600 ، وجميعهم من النوع الجاف Dry Type . واختير هذا النوع لأنه يمكن زيادة قدرة كل محول منهم بنسبة 33% وذلك بعمل تبريد قسري للمحول Forced Cooling بواسطة مراوح ، ومن ثم يمكن أن نرفع القدرة المقمنة لكل محول من 1600 kVA إلى 2133 kVA كما هو واضح على المخطط العمومي المرسوم في الشكل 5-15.

لاحظ هنا أننا احتجنا إلى لوحة جهد متوسط ضخمة (لم يعد ممكناً مجرد ربط المحول بواسطة RMU كما في الأمثلة السابقة) بل استلزم الأمر هذه اللوحة المكونة من 14 خلية مشابهة (رسمت الخلية الأولى فقط بالتفصيل في الشكل) . وقسمت اللوحة إلى جزأين بينهما Bus Coupler :

➡ في الجزء الأول (الخلايا من رقم 1 إلى رقم 6) يوجد خلتين لدخول كابلات التغذية Incoming Supply (هما الخلية 5 والخلية 6) ، ويوجد أيضاً أربعة خلايا (الخلايا من 1 إلى 4) لخروج كابلات المحولات Outgoing Feeders .

➡ أما الجزء الثاني (الخلايا من 9 إلى 14) فيه خلتين للدخول (9 و 10) ، وثلاثة خلايا للخروج (11 و 12 و 13) ، بالإضافة إلى خلية احتياطية (الخلية 14) . ويوجد بين الجزأين خلتين (7 و 8) لوحدة الربط Bus Coupler بين الجزأين .

وتغذى لوحة الجهد المتوسط السابقة ثلاثة لوحات عمومية رئيسية هي : MSWB-1 ، و MSWB-2 ، و MSWB-3 .



شكل ٥-١٥ : مخطط الشبكة الرئيسية لمجمع سكني فاخر

لاحظ في اللوحة العمومية الرئيسية الأولى (MSWB-1) وجود 4 قواطع من النوع Air-CB بتيار مفزن 3200A ، هذه الـ 4 CBs الأربعة ترتبط بلوحة للتحكم فيها بحيث نضمن أن المحول الثاني TR2 يمكنه أن يحل محل أي من المحولين TR1 أو TR3 . فالقاطعين CB-3 و CB-4 في الأصل يكونا مفتوحين (Normally Open) فإذا خرج المحول TR1 لأى سبب من الأسباب فإن CB-3 يغلق أتوماتيكيا ومن ثم تنتقل تغذية أحمال المحول الأول TR1 إلى المحول الاحتياطي TR2 . وبالمثل إذا خرج المحول TR3 فإن CB-4 يغلق أتوماتيكيا وينتقل حمله إلى TR2 .

لاحظ أن المحول TR6 في اللوحة الرئيسية الثانية (MSWB-2) يقوم بنفس المهمة التي يقوم بها TR2 ، فهو محول احتياطي للمحولين TR5 و TR7 ، وتضاف إليه هنا مهمة جديدة فهو يعتبر أيضا احتياطي للمحول TR4 الموجود في اللوحة العمومية الثالثة ، من خلال ربط اللوحتين MSWB-3 و MSWB-2 بواسطة Bus Bar كما في الشكل.

5.4.6 الشكل الأمثل للوحات التوزيع العمومية

نخت الجزء الثاني من هذا الكتاب بعرض نموذج مميز للوحة توزيع عمومية في أحد المشروعات الكبرى كما في الجدول 5-12 . و تظهر في هذه الجدول العديد من المعلومات عن أسماء اللوحات التي تغذى من هذه اللوحة ، ومعلومات عن كابل التغذية لكل لوحة والقاطع المخصص لها ، و مواصفات BBs اللوحة ، والعديد من المعلومات الأخرى المفيدة.

جدول 5-12 : نموذج للمعلومات المدونة في إحدى اللوحات العمومية

SWITCHBOARD SCHEDULE SL4B1									
COMPT- NO.	EQUIP. DESIGNATION	FEEDER				DISCONNECT DEVICE			NOTES
		NO. OF SETS	NO. COND. PER SET	WIRE SIZE	GND. COND.	COND. 1 NO. & SIZE	NO. POLES	DEVICE TYPE	
①	TE BREAKER	-	-	-	-	-	3	CB	4000/4000 LSG
②	MAIN BREAKER	-	-	-	-	12 4"	3	CB	4000/4000 LSG
③	P/BD. LL4E1	1	4	500KCM	3	1 3 1/2"	3	CB	400/350 LSI
④	P/BD. PL4B1	1	4	250KCM	3	1 3"	3	CB	400/300 LSI
⑤	P/BD. PL4B3	1	4	500KCN	3	1 3 1/2"	3	CB	400/400 LSI
⑥	MCC-CL4B3	2	4	500KCM	1/0	2 4"	3	CB	800/800 LSI
⑦	P/BD. LL4B4	1	4	3/0	8	1 1/4"	3	CB	250/100 LSI
⑧	MCC-CL4B2	2	4	500KCM	1/0	2 4"	3	CB	800/800 LSI
⑨	P/BD. LL4B1	1	4	3	8	1 1/4"	3	CB	250/100 LSI
⑩	P/BD. PL4B2	2	4	250KCM	1	2 3"	3	CB	800/800 LSI
⑪	MAIN BREAKER	-	-	-	-	12 4"	3	CB	4000/4000 LSG
⑫	MCC-CL4B1	4	4	350KCM	3/0	4 3"	5	CB	1200/1200 LSI
⑬	P/BD. LL4B3	1	4	3	8	1 1/4"	3	CB	250/100 LSI
⑭	SWBD. SL4B2	4	4	350KCM	3/0	4 3"	3	CB	1200/1200 LSI
⑮	P/BD. LL4B2	1	4	3/0	8	1 2"	3	CB	250/150 LSI
⑯	SPARE	-	-	-	-	-	-	-	250/250 LSI
⑰	MCC-NL4B1	1	4	500KCM	3	1 3"	3	CB	400/350 LSG
⑱	MCC-NL4E1	1	4	250KCM	4	1 3"	3	CB	400/250 LSG
⑲	EXIST. EQUIP. "J", ROOM B129	1	4	500KCM	3	1 3 1/2"	3	CB	400/350 LSI
⑳	EXIST. EQUIP. "J", ROOM B129	1	4	500KCM	3	1 3 1/2"	3	CB	400/350 LSI
㉑	SPARE	-	-	-	-	-	-	-	250/250 LSI
㉒	P/BD. PL4B4	1	4	350KCM	3	1 3"	3	CB	400/300 LSI
㉓	P/BD. PL4B5	1	4	250KCM	3	1 3"	3	CB	400/250 LSI

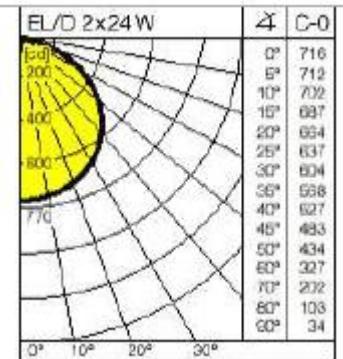
5.5 تغذية كبار المستهلكين

فى حالة كون مجموع الأحمال بالمشروع كبيرا (غالبا أكبر من 5 ميجا) فإن أسلوب استخدام الا RMU يصبح غير ملائم ، وفي هذه الحالة يتم تغذية المشروع من لوحة جهد متوسط خاصة بالمشروع فقط ، حيث تكون متصلةً مباشرةً بمحطة التغذية الرئيسية بالمدينة (جهد 66/11 KV) كما سبق أن ذكرنا في المثال الخاص بالمجمع السكنى الفاخر ، سيتضح بدرجة أكبر في المثال التالى الخاص بمنطقة صناعية.

مثال

6 الفصل السابع : الإضاءة

6.1 كميات ووحدات الإضاءة :

الكمية																																	
، ويعبر عن حساسية العين للقدرة الضوئية الناتجة من الإشعاع ، ويعرف بأنه الكمية الكلية للضوء المنبعث في الثانية من مصدر ضوئي بوحدة تسمى ليمون (Lumen) ويرمز لها بالرمز (Lm) .	الفيض الضوئي Luminous Flux																																
الزاوية المجممه او الزاوية الفراغيه solid angle																																	
يعبر عن قدرة المصدر الضوئي على إبعاد الفيض الضوئي Φ في اتجاه محدد وتقاس بوحدة تسمى الشمعة أو Candela	شدة الإضاءة Luminous Intensity																																
ويرمز لها بالرمز E ، وتعرف بأنها كمية الفيض الضوئي (Lm) (الساقطة عموديا على وحدة المساحة A من هذا السطح ، وتمثل بالمعادلة التالية	شدة الإستضاءة Illumination																																
$E = \frac{\phi}{A}$ <p>وتسمى أيضاً بمنحنيات توزيع شدة الإضاءة Luminous Intensity ، فمن المعلوم أن الضوء الصادر من مصدر ضوئي لا يتوزع - في الغالب - بدرجة متساوية في جميع الاتجاهات ، وإنما تتغير شدته من زاوية لأخرى ، فقد يكون قويًا تحت المصباح مباشرة ، وأقل قوة في اتجاه آخر ، بمعنى أن شدة الإضاءة تختلف باختلاف الزاوية الفراغية. والمنحنى الذي يعطى شكل تغير شدة الإضاءة من زاوية لأخرى بالنسبة لمص</p>	المنحنيات القطبية Polar Curve																																
 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Angle (°)</th> <th>Luminous Intensity (lm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0°</td><td>716</td></tr> <tr><td>5°</td><td>712</td></tr> <tr><td>10°</td><td>702</td></tr> <tr><td>15°</td><td>697</td></tr> <tr><td>20°</td><td>684</td></tr> <tr><td>25°</td><td>637</td></tr> <tr><td>30°</td><td>604</td></tr> <tr><td>35°</td><td>558</td></tr> <tr><td>40°</td><td>527</td></tr> <tr><td>45°</td><td>493</td></tr> <tr><td>50°</td><td>434</td></tr> <tr><td>55°</td><td>327</td></tr> <tr><td>60°</td><td>212</td></tr> <tr><td>65°</td><td>103</td></tr> <tr><td>70°</td><td>34</td></tr> </tbody> </table>	Angle (°)	Luminous Intensity (lm)	0°	716	5°	712	10°	702	15°	697	20°	684	25°	637	30°	604	35°	558	40°	527	45°	493	50°	434	55°	327	60°	212	65°	103	70°	34	متوسط قدرة شمعة كروية Mean Spherical Candle Power
Angle (°)	Luminous Intensity (lm)																																
0°	716																																
5°	712																																
10°	702																																
15°	697																																
20°	684																																
25°	637																																
30°	604																																
35°	558																																
40°	527																																
45°	493																																
50°	434																																
55°	327																																
60°	212																																
65°	103																																
70°	34																																
<input type="checkbox"/> نوعان نصوع المصدر الضوئي ، ويرمز له بالرمز L ويقاس باللامبرت.	النصوع Brightness (لمصدر الضوء)																																

نصوع الجسم اللامع الذى سقط عليه الضوء ، ويرمز له بالرمز B ويقاس باللوكس Lux

ويعرف نصوع المصدر الضوئى بأنه النسبة بين شدة الإضاءة والمسلحة الظاهرية للمصدر الضوئى ، ويتم التعبير عن النصوع بالمعادلة التالية

حيث S هى المسلح ة الظاهرية لمصدر الضوء ، ويقاس النصوع بوحدة تسمى Lambert . واللambert الواحد يعادل شمعة ولحدة في السنتمتر المربع . والجدول 1 يبرز مقارنة بين نصوع بعض المصادر الضوئية

لما نصوع الجسم اللامع (ويرمز إليه بالرمز B) (فيقاس باللوكس ويحسب من المعادلة
نصوع الجسم = شدة الاستضاءة عليه \times انعكاسية السطح اللامع

$$B = E \text{ (lux)} \times \text{Reflectance}$$

وعامل الانعكاس Reflectance فى المعادلة السلبية هو قبليية سطح ما لعكس الضوء الساقط عليه ليراه الناظر ، فالسطح الأبيض يعكس الضوء بنسبة 100% ، في حين لا يزيد عامل الانعكاس للسطح الأسود على 2% ، ويبلغ عامل الانعكاس للسطح الرمادي نحو 40% من الضوء الساقط عليه . فإذا كانت الاستضاءة 10 لكـس وكان عامل انعكاس السطح للضوء 50% فإن نصوع هذا السطح تعادل 5 لكـس.

النصوع Brightness (جسم لامع)

إذا كان الضوء الساقط من المصباح يحتوى على لون الجسم فعندها فقط يظهر الجسم بلونه الطبيعي ، وفيما عدا ذلك فإن إضاءة المصباح ستتغير من لون الجسم الحقيقى ، ولذا فلون الجسم الحقيقى لن يظهر بدقة سوى فى ضوء النهار لأنه الوحيد الذى يحتوى على كافة الألوان بالنسبة النموذجية ، لـما الأضواء الصناعية فستتوقف كفاءة إظهارها للألوان الحقيقية على مدى قربها أو بعدها من مستوى ضوء النهار . كما أن درجة لمنتصاص الأجسام للألوان يؤثر بدرجة كبيرة على ظهوره بلونه الطبيعي ، فعند سقوط ضوء ما على جسم أبيض مثلاً فإنه يعكس الألوان الأولية كلها بنفس نسبتها ، لـما الأجسام ذات الألوان الأخرى فإنها استمتص لوناً معيناً أو أكثر من مجموعة الألوان التي يتراكب منها الضوء الساقط ، وبالتالي فسيتغير لون الجسم المضاء . ومن هنا ، فإننا يمكن أن نقول أن أي مصباح كهربـى سيكون أقرب ما يمكن من ضوء النهار إذا نبعث منه طيف ضوئي يحتوى على الألوان الثلاثة الأساسية (الأحمر والأخضر والأزرق) بنفس نسبة وجودها فى ضوء النهار ، وكلما لختلت هذه النسبة كلما بعد المصباح عن نقل اللون بملائمة .

وهذه العلاقات يعبر عنها بمصطلح عام هو : "لمانـة نقل الألوان " CRI ، أو ما يسمى بالـ Color Index Rendering للمرة معينة من الرقم 100 كلما دل ذلك على ارتفاع كفاءة المصباح فى إظهار اللون على حقيقته

أمانة نقل الألوان Color Rendering Index

<p>ويصنف ضوء المصباح أيضاً حسب مظهر لونه إلى ثلاثة فئات:</p> <ul style="list-style-type: none"> • بارد (أزرق). • متوسط (أخضر). • دافئ (أحمر). <p>وهذه التصنيفات يجب أن يراعيها المصمم خصوصاً في الإضاءات الديكورية ، حيث يجب عليه اختيار الضوء المناسب في المكان المناسب ، على سبيل المثال فمظهر المصباح المناسب لغرف النوم هو اللون الدافئ مثلاً ، بينما تناوب الألوان الباردة إضاءة المكاتب ، وهكذا.</p>	<p>مظهر اللون</p>
<p>من المعلوم أن الجسم الأسود يتغير لونه بارتفاع درجة حرارته ، حيث يبدأ في التوهج باللون الأحمر الداكن ثم مع ارتفاع درجة حرارته يتتحول إلى الأحمر فالبرتقالي ثم الأصفر فالأبيض المزرك ، ويمكن بهذه الطريقة وصف أي لون صادر من مصباح بدرجة الحرارة التي سخن إليها ذلك الجسم الأسود. ولذا تقوم الشركات بتعريف لون المصباح بدرجة حرارة جسم أسود يسخن إلى درجة حرارة معينة فيشع نفس هذا اللون ، فالضوء الصادر من مصباح فلورسنت يشبه الضوء الناتج من تسخين جسم أسود إلى 3500 كلفن (درجة حرارة كلفن = الدرجة المئوية + 273). لاحظ أن درجة حرارة لون Day Light Lamp تساوى 6500 كلفن وهي درجة حرارة سطح الشمس. وأبرز درجات حرارة الألوان</p>	<p>درجة حرارة اللون</p>
<p>، بأنه نسبة الفيض الضوئي عند مستوى التشغيل مقسوماً على الفيض الكلى المتولد من المصباح. وهذا المعامل يتتأثر بعوامل عدّة منها أبعاد الحجرة (طول L ، عرض W ، والارتفاع H) ويتتأثر أيضاً بطول المسافة بين المصباح ومستوى التشغيل (hRC) ، وقد لُخِذت جميع هذه القيم في الاعتبار عند حساب الـ Room Index في الخطوة السابقة.</p> <p>يتتأثر الـ UF أيضاً بدرجة لمعكاس الضوء من الحولئط W ومن الأرضيات F ومن السقف C كما في الجدول الموجود بالشكل 7-12 ، حيث يتتأثر بلون الحولئط (فتح ، غلق) ، وهل الحولئط مثلاً مجددة بالرخام أو من دهانات خشنة . لاحظ أن هذه الجداول ستختلف من مصباح لأخر ومن شركة لأخرى</p>	<p>Utilization Factor</p>
<p>تحدث الزغللة عند النظر إلى مصدر ضوئي بشرط أن تكون قيمة النصوع لهذا المصدر أعلى من 1.5 لمبرت ولضح من قيم الجدول السالب أن نصوع الشمس له قيمة هائلة ولذا لا يستطيع أحد النظر طويلاً إليها ولا أصلابه البهر أو الزغللة. وأحياناً يلجم البعض لفت انتباهه إلى محلاتهم مثلاً بوضع لمبات شديدة النصوع وبزوليا خاطئة تجعل من ينظر للمحل يحول بصره مباشرة بعيداً عنه لتفادي الزغللة التي تصدر من اللمة وبالتالي فالتصميم الخاطئ لمنظومة الإضاءة يمكن أن تتسبب في عكس المطلوب منها ، فبدلاً من جذب نظر</p>	<p>الزغللة البهر Glare</p>
<p>ويستخدم هذا المصطلح للتعبير عن حجم الفيض الصادر من المصدر لكل وات من قدرة المصدر. ولذا فعند شرائك مصباحاً من السوق يجب عليك قبل أن تنظر للسعر أن تنظر إلى الرقم المعبر عن هذا السؤال : كم ليوم من لكل وات؟ فربما يكون لمصباحين نفس القدرة لكنهما يختلفان في كمية الفيض الصادر عنهما ، وعندما</p>	<p>الكافأة الضوئية</p>

<p>بما تختار الأعلى سعراً لأنه الأعلى في الكفاءة الضوئية. (ملحوظة: أعلى كفاءة ضوئية نظرية لأى مصباح بفرض لنعدام المفقودات - هي 680 ليومن لكل وات .) ومن ثم فكلما اقتربت الكفاءة الضوئية من هذا الرقم كلما كان المصباح أقرب للمثالية.</p>	
<p>حيث أن المصباح يتغذى من مصدر تيار متعدد ، وكما هو معروف فإن القدرة تتناسب مع ضعف قيمة التردد أي $\alpha = 2f$ P. ولحسن الحظ فعين الإنسان لا تلحظ هذا التردد السريع على الأجسام الثابتة ، لكن إذا وجد شئ متحرك (مروحة مثلا) فقد تظهر له بعض الخيالات فيما يعرف باسم التأثير الاستroboscópico (Flicker Effect). وأحياناً ترى المروحة وكأنها تدور بسرعة بطيئة عكس الاتجاه وهي الظاهرة المعروفة باسم الارتعاش Flicker.</p>	<p>ظاهرة الارتعاش Flicker</p>
<p>وييمكن خفض هذا التأثير دخل الغرفة وذلك بتوصيل المصايبح دخل الغرفة الواحدة على Phases مختلفة وليس على نفس الـ Phase حيث يتسبب الـ Phase shift بين أي Two phases بالغاء هذا التأثير. أما إذا كان لدينا Phase ولحد فقط للتغذية وأردت في نفس الوقت أن تلغى هذه الظاهرة فعليك بتوصيل مصايبحين في الغرفة على نفس الـ Phase ولكن بعد إضافة Inductance لأحدهما حتى يعطى Phase Shift بين الإضاءتين.</p>	

6.1.1.1 أين يوضع عمود الإنارة؟

- 1- يجب أن تكون الإضاءة عند التقاطعات أعلى في مستوى الاستضاءة منها على طول الطريق ، ويفضل أن يكون لون الملبات عند التقاطعات بلون مختلف عن لون إضاءة الشوارع الطويلة حتى يستطيع القائم من بعد أن يتهيأ لأقتربه من التقاطع فيبطئ من سرعته.
- 2- التقاطعات بأشكالها المختلفة سواء الـ T أو غيرها يجب أن تتم توزيعات الإضاءة فيها طبقاً للقواعد الموضحة في الأشكال التالية:

- 3- ويفضل أيضاً أن يتم تعليق وحدات الإنارة بطريقة مختلفة عند التقاطعات من أجل مزيد من التمييز كأن تكون الأعمدة عالية بدرجة أكبر مثلاً مع استخدام عدد أقل حتى لا يضطرب المشهد عند التقاطع.
- 4- اذا كان عرض الشارع أقل من مرة ونصف ارتفاع العمود فيجب أن توضع أعمدة الإنارة على المنحنى الخارجي فقط كما في الشكل 22-7 .

7 الفصل السادس : نظم التأييض

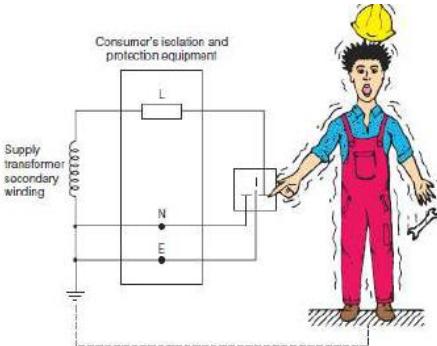
7.1 تعريفات

7.1.1.1 ما هو التأييض، وما أهميته؟

التأييض هو اتصال الهياكل المعدنية للمعدات الكهربائية (مثل هياكل الآلات والمحركات واللوحات والمحولات ... إلخ) بالكتروود Grounding الأرضي ذي المقاومة المنخفضة التي قد تصل إلى 1 أوم وذلك من خلال سلك نحاسي يعرف بموصل الأرضي Wire

وأهمية:

- حماية الإنسان من الصدمات الكهربائية (بتوفير مسار ذو مقاومه اقل من جسم الانسان)
- حماية المعدات من التدمير
- الحماية من الحرائق



7.1.1.2 كيف تحدث الصدمة الكهربائية للإنسان

تحت الصدمة الكهربائية إذا توفر شرطان (1) وجود فرق جهد على جسمه
(2) كون جسمه ضمن مسار مغلق لمرور التيار

وذلك يتحقق عند لمس

- Neutral Phase -
- 2 Phases -
- Live Conductor مع الأرض -

$$I_{body} = \frac{V}{R_{body}}$$

ويكون التيار المار خلال جسمه

ويختلف التأثير على حسب عدة عوامل

7.1.1.3 ما هو تأثير التيار الكهربائي على جسم الإنسان

يسبب آثار حرارية - تحليله - بيولوجية

حراريه: بسبب ما يسببه التيار من حرق على جلد المصاب

تحليله : بسبب ما يسببه التيار من تحلل دم وسوائل حيوية مما يتلف تركيبها فيزيائياً وكيمياياً

بيولوجية: فيما يظهر من تشنجات لانسجة العضلات من ضمنها القلب والرئتين واحتلال التنفس ودورة الدم

وتحتفل شده تلك الآثار على حسب

-1 مسار التيار خلال جسم المصاب

-2 شده التيار المار

-3 فتره تعرضه للصدمة الكهربية

7.1.1.4 تأثير مسار التيار خلال جسم المصاب

يتحدد من نقطة الدخول ونقطه الخروج وقد يكونان قرييان (نقطتين على اليدين) او بعيد (يد وقدم)

وأخطر مسار (من اليد إلى اليد الأخرى - موت محقق - انه يمر على عضله القلب) عشان كده ابقي حط ايديك ف جيبك .

7.1.1.5 تأثير شدة التيار المار

وبتعتمد شده التيار على جهد النقطه التلامس و مقاومة جسم الانسان (لو جلده تخين يبقى اعلى / لو رطب يبقى اقل)

(والست تتكهرب اكتر من الرجال) Electricity doesn't believe in equality after all

والجدول الثاني بيقول هيحصلك ايه لو اتكهربت بالتيارات دي

التأثير على الإنسان	شدة التيار (مللي أمبير)
لا يشعر به الإنسان .	10-0
يشعر الإنسان بالتيار ويصاب برعشة (تقلص في العضلات) تأخذ في الغالب بعيدا عن مصدر الصدمة الكهربية .	50-10
يتوقف مركز رد الفعل اللا إرادى بالمخ مما يتربّط عليه عجز الشخص عن تخليص نفسه من الدائرة .	100-50
موت إكلينيكي (يمكن إنقاذ الشخص بإجراءات التنفس الصناعي CPR)	150-100
موت محقق .	200-150
احترق الجسم .	أكثر من 200

7.1.1.6 تأثير من مزور التيار

لو تيار صغير مر كتير ممكن يكون اخطر من تيار كبير مر لزمن صغير جدا

أقصى التيار (ملاي أمبير)	مدة السريان	التأثير البيولوجي
0 - 0.5	مستمر	ليس له تأثير
0.5 - 5	مستمر	يشعر به الإنسان لكنه يمكنه التخلص من الدائرة
5 - 30	دقائق	يصعب الانفصال عن مصدر الكهرباء
50 - 30	ثواني	عدم انتظام ضربات القلب - إغماء
أكثر من عدة مئات	إغماء - موت	أكثر من 20 ملاي ثانية

والعلاقه دي بتقولك أقصى تيار تستحمله لفتره زمنيه t

$$I = \frac{116mA}{\sqrt{t}}$$

7.1.1.7 كيف يمكننا تلافي آثار مزور التيار في جسم الإنسان؟

- عن طريق العز الكهربائي : يقف على شيء عازل او يلبس جواطي عازل
- التأريض وهو ده موضوعنا

7.1.1.8 الإسعافات الأولية

لو اللي اكهرب ده اغمى عليه وبعدين فاق لازم تنيمه ويشفوف الطبيب عشان ممكن يكون الكهرباء عملته جلطه !
ولو قلبه وقف لازم تعمله CPR وربنا يكفيك شر الكهرباء

7.1.1.9 ما هي مخاطر الكهرباء الساكنة

- هي لا تحتاج لمسار مغلق لأنها بتنق من جسم مشحون لجسم أقل شحنه
- تستقر على سطح الأجسام - عشان كده الطيارة لما تتعدي على سحابه الشحنات بتبقى ع السطح مش جوا
- حلها بسيط : هو جعل كافه الأجسام متعادله في الشحنه - عن طريق ربط الأجسام بعض ثم مع الأرض
- متسلسله التريبو الكترويك : اللي فوق هي فقد ويقي موجب :
- اليدين - الزجاج - الشعر - النايلون - الصوف - الفرو - الحرير - الورق - القطن - المطاط - البوليستر - البلاستيك

7.1.1.10 الخطر الآخر

على المعدات نفسها ممكن بسبب زيادة التيار يحصل حريق

في الجهد العالي في مشاكل اكتدر زي arc flash and arc blast ووميض يؤذى العين وممكن انفجار

7.1.2 أساسيات التأمين وأهميته

7.1.2.1 هل التأمين غير مهم كما يعتقد البعض؟ وما أهميته التأمين؟

لا مهم جداً لأنّه يقوم بـ

- حماية الأفراد المتعاملين مع المعدات الكهربائية
- حماية من الحرائق بسبب التفريغ (كهرباء استاتيكية مثلاً)
- باستخدام شبكة أرضية بمقاومة منخفضة يكون تيار العطل كبير وسهل اكتشافه فيتم فصل العطل فوراً وقت اصغر
- يقوم بتحسين الـ Power Quality بعد علاج نقطه التعادل بالتأمين
- يحمي المعدات من أضرار التغيرات المفاجئة في الجهد Voltage Surges

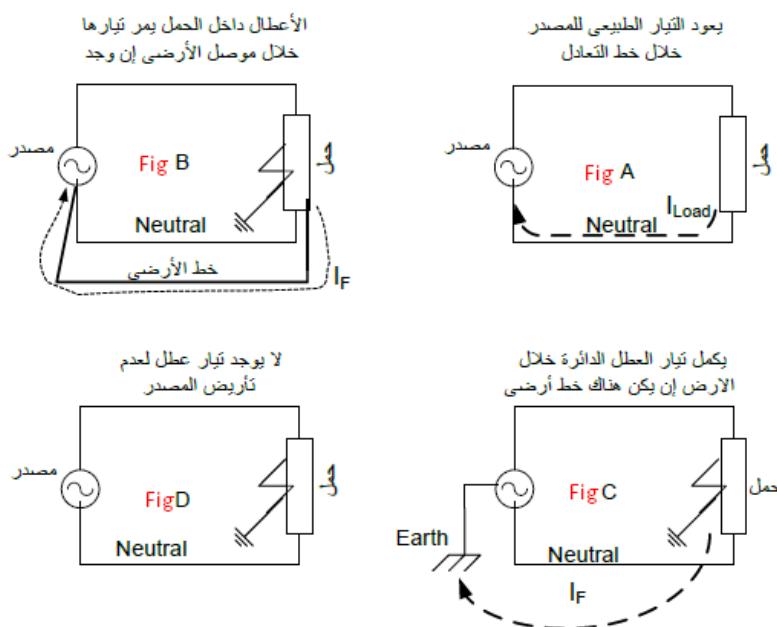
7.1.2.2 ما الفرق بين الـ GROUND والـ NEUTRAL؟ (فابنل 2017)

خط الـ Neutral : هو المسار الذي يعود من خلاله التيار الطبيعي إلى المصدر FigA

خط الـ Ground : هو المسار الذي يمر تيار العطل في حال Ground faults إلى المصدر FigB

وقد يكون من خلال موصل أرضي أو من خلال تربة الأرض (لو صغيره - رطبه ومالحة -)

لكن لو كانت مقاومته كبيرة يكون نظام معزول وده بيسبب ارتفاع قيمة الجهد FigC



7.1.2.3 ما هي الأرض؟

الأرض : التي مقاومتها صفر غير موجوده عمليا لكن الرطبه المالحه تكون مقاومتها منخفضه وتمثل الأرض كهربياً وجهد الأرض دائم بصفه ولا تتأثر بمرور التيار فيها او تفريغ الشحنات فيها

- ما هي شحنه الأرض؟

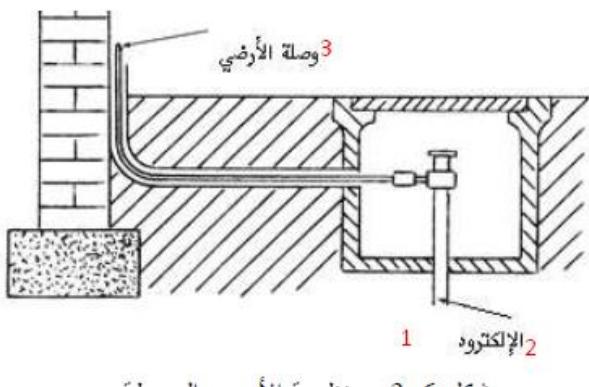
شحنه الأرض **سالبه** والغلاف الجوي **موجب** الاثنين على بعض يخلو كوكب الأرض متعادل

- هل الأرض تتبع أي شحنات؟ ولا في مسار الصواعق تمر فيه؟

- الصواعق دي (كهرباء ستاتيكيه) لا تحتاج مسار مغلق فهي شحنه بتنقل للارض ولكن لأن الأرض كبيرة لا تتأثر شحنتها بيه **ويظل جهد الأرض بساوي صفر**

- اما في حالة التيار المتدول من مولد فالارض بالنسبة له كانها سلك ذو مقاومه منخفضه حسب نوعيه التربه

7.1.2.4 ما هي مكونات نظام التأييض؟ (ف18)

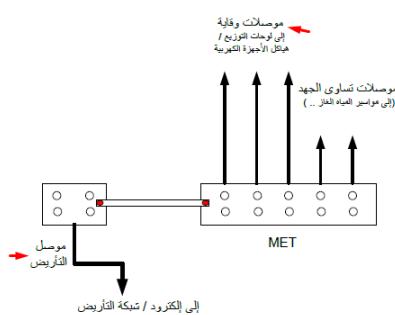


- 1- تربه لها مقاومه نوعيه مناسبه
- 2- الالكترود المدفن لعمق مناسب (طويل للوصول لطبقات سفلی - كذا الكترود توازي)
- 3- وصله الأرضي (موصلات التأييض) التي تصل الهياكل المراد تأييضها بالاكترود

7.1.2.5 ما هو MET (ف17)

هو ال **Main Earthing Terminal** موزع الأرضي الرئيسي : هو BB متصل بالكترود التأييض من خلال **موصل التأييض**

ومن الجهة الأخرى: MET: تخرج منه **موصلات الوقايه** الى الأرضي في جميع لوحات التوزيع ايضا تخرج منه **موصلات الجهد المتساوي** بجميع الاجسام المعدنيه التي لا تحمل تيار (مواسير-شبابيك)



شكل 4-6 : الفرق بين **موصل الوقاية** **موصل التأييض**

7.1.2.6 ما العوامل التي تؤثر على قيمة موصل الأرضي ؟ (ف18)

- مقاومة الأرض التي تدفن فيها إلكترودات
- نسبة الرطوبة في التربة
- عدد إلكترودات التأريض
- عمق الدفن

7.1.2.7 التربة

نفهم بالمقاومة النوعية للتربيه soil resistivity وهي تختلف من تربه لآخر حسب الجدول
- مقاومه نوعيه - مساميه - رطوبه - نسبة الاملاح بها

النوعية	نوع التربة
150-40	التربة الطينية
Above 200	الصلصال
250-500	التربة الرملية
Above 1000	الأرض الصخرية

- التيار الزائد يسبب تبخير تلك الرطوبه والاملاح لذا نحسب اقصى تيار قصر

$$I = \frac{34800 * d * L}{\sqrt{\rho t}}$$

- واذا اردنا زياده المقاومه النوعيه نعالجها كيميائيا باستخدام املاح مثل كبريتات المغنسيوم او كلوريد الصوديوم او ببراده حديد في عمق 30 سم في حفره جنبها او خندق حول الالكترونيد ويجب اعاده ملء الشحنه دي كل عامين ولو مش متوافر متابعه يبقى زود عدد الكترودات و اعمل (حصيره) شبكه تأريض

7.1.2.8 الكترود التأريض (فайнل 17)

هي قضبان معدنيه تدفن في الارض ثم يتصل بها الاجهزه المراض تاريضا من خلال "وصله الأرضي" ولها انواع

- القصبان الرأسيه driven electrodes انسب وارخص (نحاس او صلب) وتدفن عمق 3 امتار
- إلكترودات السطحية : وتدفع على عمق 1 متر وتأخذ اشكال (زاويه او نجمه او دائره) لها رسمه
- شريط صلب متصل داخل اساس المبني (4x25mm)
- شبكه (حصيره) عده الكترودات مفصله ب 3 او 5 متر متصله بموصل نحاسي ملحوم عند التقاطعات
- حديد تسليح المبني يضاف إلى الكترود على التوازي لتقليل المقاومه
- ماسورة مياه بشرط (عدم وجود عازل في النصف -زي العداد-) و ان تكون من ماده جيده التوصيل

7.1.2.9 موصلات التأريض (ف17)

- شريط 2.5x25mm يربط الجهاز بالكترود التأريض
- اما عند ربط الكترودات التأريض تربط بکابلات نحاس مدفونه تحت الارض (نحاس لانه يقاول التحات والتاكل الكيميائي) ويمنع الالمونيوم او اي معدن اخر له انوديه مرتفعه لانه هيتاكل
- عند استخدام کابلات نحاس طويله نستخدم كابل عليه طبقه صامده للماء

7.1.2.10 ما هو تأثير التأكل الكيميائي على موصلات التأرضي ؟

على حسب الجهد الجلفاني يتآكل المعدن الأعلى في الانودية - لذا عن عمل توصيل من معدنين مختلفين - يجعلها فوق الأرض - محمية من الرطوبة - سهل الوصول إليها

الجهد الجلفاني (فولت)	المعدن
-1.05	صلب/حديد مجلفن
-0.75	الألمنيوم
-0.6	الصلب الذي لا يصدأ
-0.55	الرصاص
-0.25	النحاس
0.0	الفضة
+0.1	الكوبون
+0.15	الذهب/البلاتين

وعند توصيل جسم معدني (جسم محول او برج من الصلب) نستخدم وصلة من الصلب لتوصيله بشبكة التأرض من النحاس

حتى اذا تآكل شريط الصلب يسهل تغيير لكن استخدام شريط نحاس هيغلي البرج نفسه اللي يتآكل !

(معدل تاكل المعادن يتناسب طردي مع مساحه كاثود عكسي مع مساحه انود)

7.1.2.11 استعمال GROUND WIRE ك CABLE SHEATH

يمكن توصيل الجسم الذي نريد تاريفه بالsheath ثم من الطرف الآخر توصيل الـ sheath بالارضي الخاص بالمصدر وهو اسلوب اقتصادي ولكن يكون خطير اذا قطع الـ sheath فيصبح الجهاز غير مؤرض

7.1.2.12 اختبار مقطع موصل التأرض

يجب اختيار مقطع موصل التأرض بحيث يتحمل اقصى تيار قصر سيمير خلاله للأرضي - مثال

7.1.2.13 طرق توصيل موصل التأرض بالكتروود التأرضي

1- اتصال ميكانيكي مسامير وصواميل (لكن من نفس مادة الالكتروود والموصل)

2- لحام ثرميت لانه اقل مقاومه

3- الكبس وهي طريقه اقتصاديه حديثه لها كل مميزات لحام الثرميت

7.2 حساب قيمة المقاومة الأرضية

مقاومه الارضي : هي المقاومه بين الكترود الارضي و الكتله العامه للارض (القيمه المثاليه صفر) لكن غير ممكн عمليا

مقاومه الارضي هي العامل المؤثر في ارتفاع جهد الارض potential rise

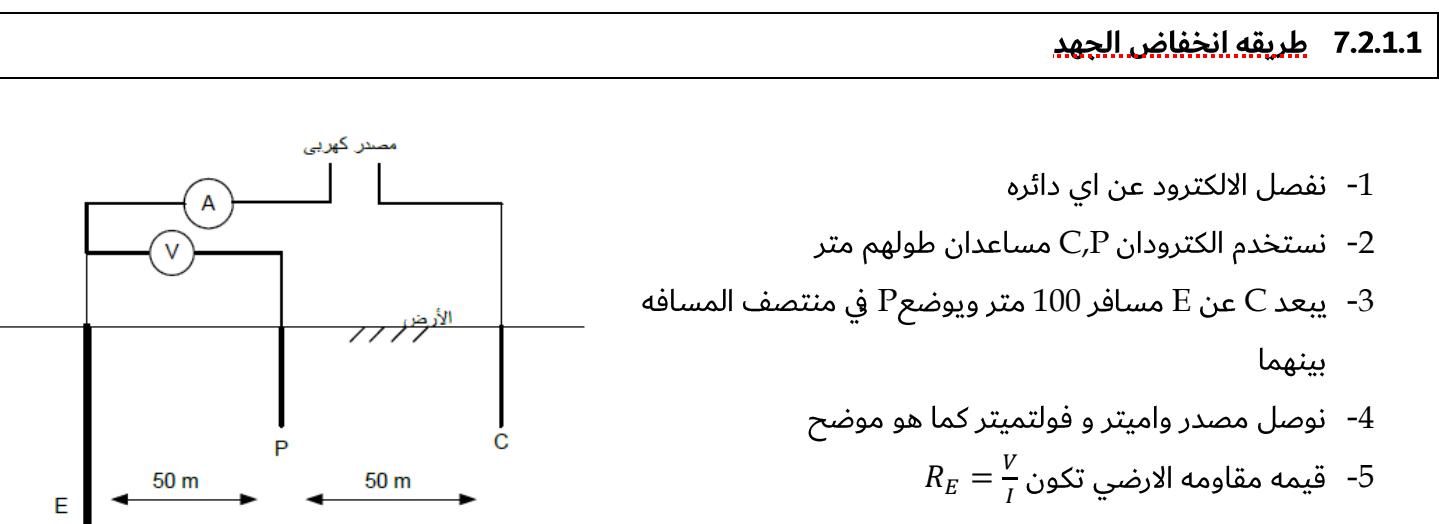
- يجب تقليل مقاومه الارضي كلما زادت قيمه تيار القصر

- لتقليل التكلفه نحسب اعلى قيمه مقاومه تسمح بمرور تيار العطل ف نفس الوقت يعمل جهاز الحمايه relay

- الحدود المسموح بها من 1 الى 5 اوم

نوع معدن الالكترود لا يؤثر على المقاومه ولكن يختار نوعه على حسب مقاومته للتاكل (الافضل النحاس)

7.2.1.1 طريقة انخفاض الجهد



7.3 التأرض في المبني السكنية

7.3.1.1 في تركيبات المبني السكنية يوجد 3 انواع الكترودات

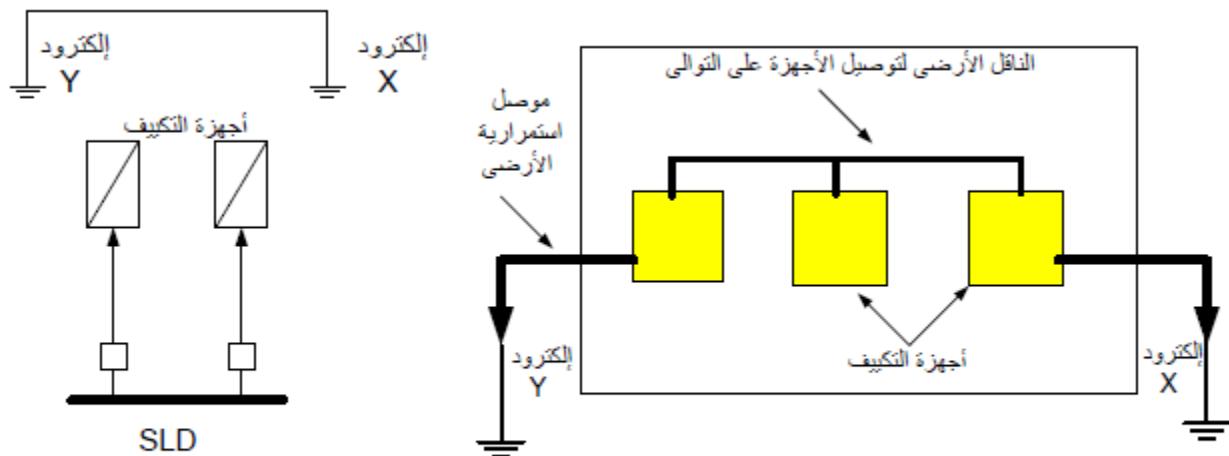
الاول: يستخدم مع محول التوزيع او صندوق التغذية الرئيسي

الثاني: يستخدم مع لوحة الجهد المنخفض ويحصل بال MET الذي يوزع على BB الذي يوزع على الارضي في اللوحات الفرعية ثم على كل سوكيل Earth Pin

الثالث: وهو الكترود او شبكة تأرض منفصلة خاصه بمانعه الصواعق

7.3.1.2 كيف يتم تأرض المكيفات المجاورة (اي اجهزة مجاورة)

يتم توصيلها بموصل نحاسي على التوالي ثم يتم تأرضها من خلال الكترودين YX منفصلين



شكل 6-11 : تأرض الأجهزة المجاورة

7.3.1.3 ما انواع الارضي في المبني السكنية

هناك 3 رئيسيه و 1 اضافيه للاجهزه الحساسه للتتشوشات والاتصال

مقامه الارضي	نوع التأرض	
5 او姆 تقريبا	Power Earthing	1
10 او姆 تقريبا	Safety Earthing	2
20 او姆 او اقل	للصواعق البرقيه	3
0.5 او姆 او اقل حسب المواصفات	الاجهزه الحساسه	4

7.4 الحماية من الصواعق البرقية

نتيجه احتكاك الهواء بالرطوبه في السحاب تتولد شحنات سالبه اسفله ومحبته اعلاها تبدا تلك الشحنات السالبه تكون stepped leader في اتجاه الارض (سطح موجب) وعندما تقل تلك المسافه عن 100 متر ويكون جهد الشحنه على السحابه اكبر من 30kV/cm يحدث ال return stroke وهو ده اللي بنسميه بالبرق (تكون تفريغ كهربائي طاقه لها جهد ملايين الفولتات و تيار 40kA بمتوسط و كما ان بترفع درجه حراره الهواء الى 30000 درجه مئويه فيضي و نتيجه تمدد الهواء نسمع الصوت

7.4.1.1 مما تكون منظمه مانع الصواعق

-من مستقبل للصواعق واحد او اكثر

-موصل ارضي او اكتر يصل بين المستقبل والكتروود

-الكتروودات تاريفن للصواعق خاصه بها

7.4.1.2 متى نحتاج لمنظمه مانع صواعق

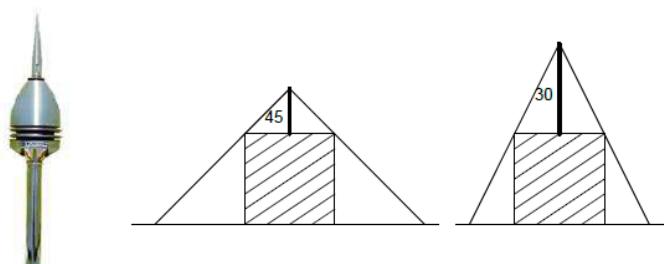
مباني لا تردد في تصميم منظمه وهي المبني المرتفعه - المبني الاثريه وذات الاهميـه - المخازن التي تحتوي على مواد قابلـه للاشتعـال وهناك مبني يقوم بدراسـه جدوـي مثل اهمـيه المـبني ونـوع العـزل فـيه وـعدد الاـيام الرـعدـيه

7.4.1.3 ما انواع مستقبلات الصواعق

أشهرها هو العمود الراسي الذي ينتهي بـسن مدبـب

ويفضل الا تزيد الزاويـه عن 45 فوق سـطح المـبني فـكلما قـلت كان اـفضل

وعـنـدـما تـكـون 45 يـجـب ان يـكـون اـرـتـفاع مـانـعـه الصـوـاعـقـ مـساـوـيـا لـقـطـر السـطـح - مـثال



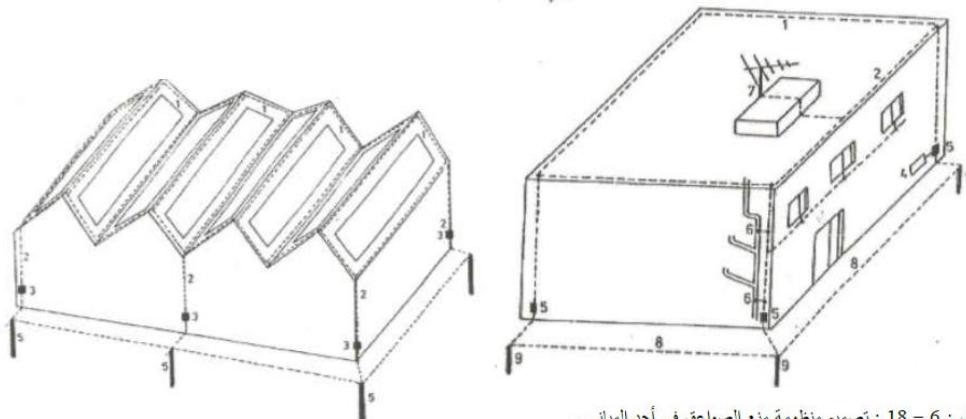
وهـنـاك المستـقـبـلات الـأـفـقيـة

7.4.1.4 ما هي المستقبلات الافقية؟

لا في نظام المانع العمود يكون مرتفعا جدا فيصعب تثبيته
فهنا خيار استخدام موصلات افقية من شريط نحاس 2.5x20 mm او المونيوم 4x20mm حول المبني بشرط لا تزيد المسافة
بين اي نقطه والشريط عن 9 امتار



وتتصل تلك الشبكة من خلال موصلات التاريض بالكترودات التاريض ولو السطح غير منتظم بخليلها مستطيله



شكل : 6 - 18 : تصميم منظومة منع الصواعق في أحد المباني .

7.4.1.5 كيفية حساب الجهد على موصلات النزول

الموصلات يجب ان تتحمل التيارات العالية للصاعقه البرقية ، وهذا لا يمثل مشكله لانها ستمر لـ 25ms

لكن الجهد وارتفاعه يمثل مشكله لانه $V = I_{LT} R_E + I_{LT} \frac{dL}{dt}$ كلا جزءي المعادله يكون عاليا خاصه الجزء الثاني نظرا لان معدل التغير يكون مرتفع جدا وهذا يسبب ارتفاع الجهد مما يسبب side flash مع اي جسم معدني

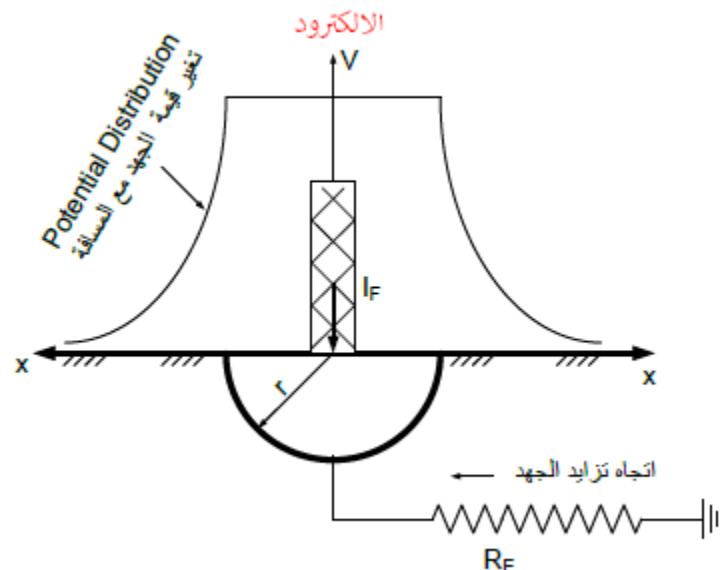
ولحل هذه المشكله نتأكد ان قيمه الجهد لن تتجاوز جهد انهيار عزل الهواء 30kv/cm

ويمكن خفض الجهد بزياده عدد الموصلات الهابطه فتقل قيمة L

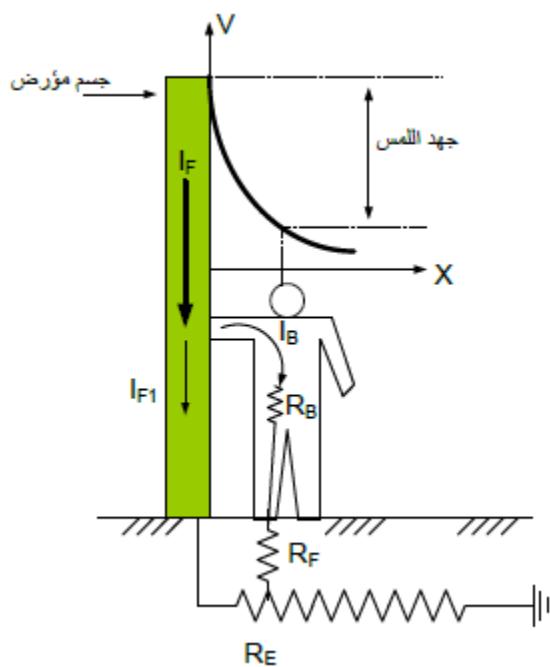
7.5 توزيع الجهد

7.5.1.1 ما هو شكل توزيع الجهد في حالة الكترود نصف كروي

عند حدوث عطل ومرور If يكون الجهد اكبر ما يمكن عند الالكترود $V = If^*Re$ ويبدا يقل بالبعد عنه الى ان يصل صفر



7.5.1.2 ما هو جهد اللمس (ف17)



$$V_{TR} = If \times R_E$$

و يكون جهد اللمس هو فرق بين V_{TR} و جهد النقطه التي يقف عليها العامل من منحنى توزيع الجهد

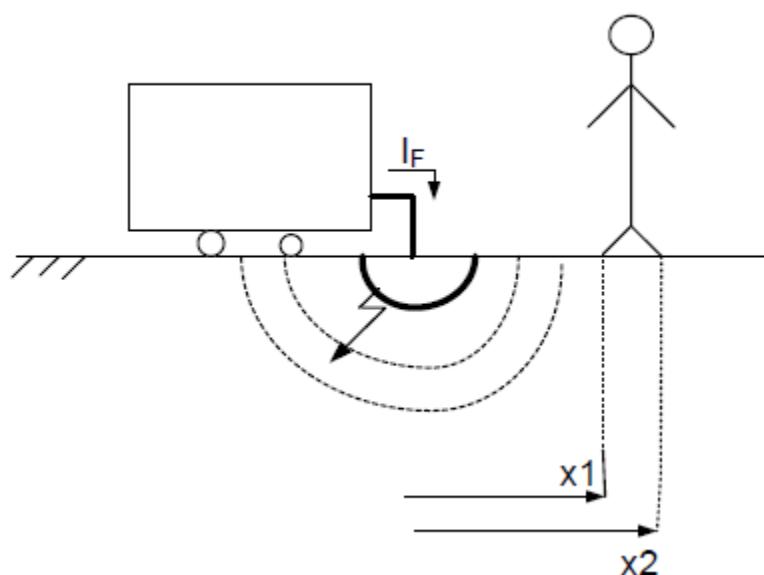
ويمر تيار يعتمد على مقاومه جسمه و مقاومه الارض و تيار العطل و مقاومه الالكترود (كلما قلت كلما قل تيار خلال جسمه)

7.5.1.3 ما هو جهد الخطوه (ف18)

هو الجهد المتولد بين قدمي العامل اذا كان بينهما مسافه x_1-x_2 ويقف بالقرب من محول حدث به عطل ويحسب من المعادله الآتية

كلما زادت فرق المسافه واقترب من المحول كان جهد الخطوه اكبر

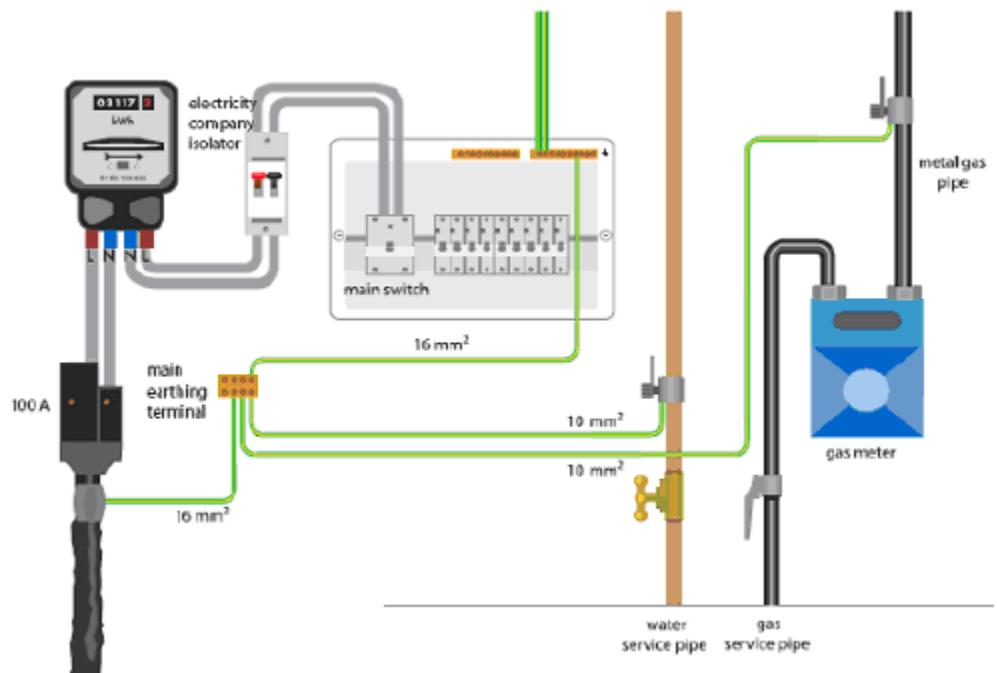
$$V_{step} = \frac{\rho I_f}{2\pi} \left(\frac{1}{x_1} - \frac{1}{x_2} \right)$$



7.5.1.4 كيف نحل مشكله جهد اللمس او الخطوه

- 1- بتصغير قيمه مقاومه الارضي (بزياده القطر)
- 2- زياده عدد الالكترودات مما يقل مقاومه ويمر تيار I_f/N ولكن مقاومه الكليه $R/\eta N$
- 3- تغيير نوعيه التربه (بيحط زلط وبتابع)

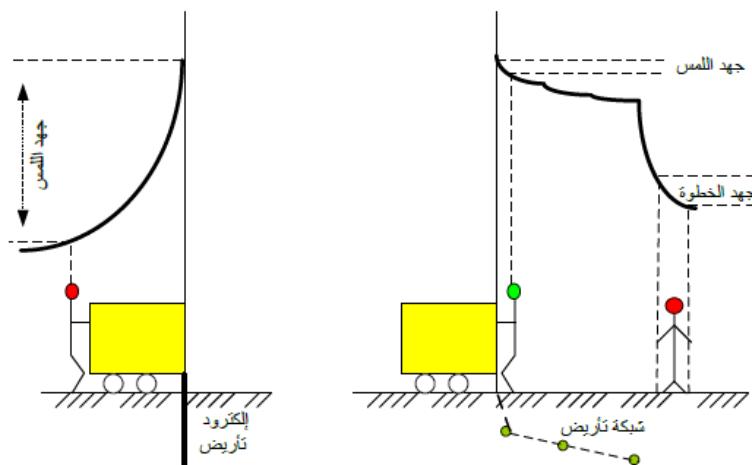
7.5.2 اهميه تساوي الجهد (ف17)



نستخدم اسلوب Equi Potential Bonding بتوصيل الاجسام المعدنيه (مواسير مياه - مواسير غاز - جسم معدني للوحه التوزيع) ونوصلهم معا بال MET فنقوم بقليل فرق الجهد بين الاجسام المعدنيه وبعضها وبينها والارضي وتوصيلها بشبكة ارضيه ذات مقاومه منخفضه مما يحمي الاشخاص من الصدمات المميتة .

7.5.3 اشكال توزيع الجهد

من مميزات الاكترودات السطحية ان توزيع الجهد SPD يكون افضل ففرق الجهد بين نقطتين قريبتين من الجسم المؤرض يكون صغيرا (جهد اللمس صغير) داخل مساحه شبكه التاريض



7.5.3.1 ما هو نظام شبكات التأرض في المحطات

يستخدم نظام الـ Grid او الـ Meshed حيث نستخدم عدد من الالكترودات ويكون المقاومه الكليه اقل (واحد على عدهم) مع الاخذ في الاعتبار الـ η_{v}

ومن مميزات الـ Grounding Grid ان الجهد يكون شبه متساوي وفق الجهد داخل الشبكة يكون صغير جدا لذا يحمي العاملين من تأثير جهد اللمس

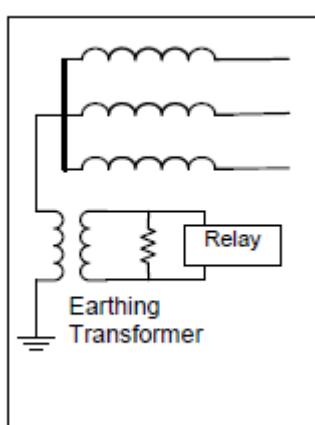
ولكن يبدا يظهر تأثير جهد الخطوه كلما ابتعدنا عن الشبكة ويتم تقليل هذا التأثير بجهد الالكترودات الخارجيه اقل في العمل فتقل المقاومه بشكل اكبر(حط نفس الرسمه اللي فوق ع اليمين)

نظام الـ Grid الزامي في المحطات او substation بسبب قدرات تيار العطل الهائل والتي قد تسبب ارتفاع الجهد بصورة تسبب خطر على العاملين فيها

7.6 انواع تأرض مصدر التغذية

7.6.1.1 ما هي طرق تأرض مصدر التغذية

المميزات	التأرض المباشر Solidely Ground
<ul style="list-style-type: none">- لا ترتفع قيمة جهد الفيز التي حصل بها الفولت - فلا نحتاج عوازل مكلفة- اكتشاف العطل سهل بسبب ارتفاع التيار بالنسبة للتيار العادي <p>العيوب</p> <ul style="list-style-type: none">- يجب ان يكون CBrupture capacity لل CB و الكابلات تتحمل قيم تيارات القصر شديدة الارتفاع مما يجعلها مكلفة <p>يستخدم مع الجهد المنخفض فقط</p>	
النظام الاشهر - خاصه مع المولدات الكهربائية Earthing Transformer توضع مقاومه مباشره او في الثانوي ل	التأرض من خلال مقاومه Resistance



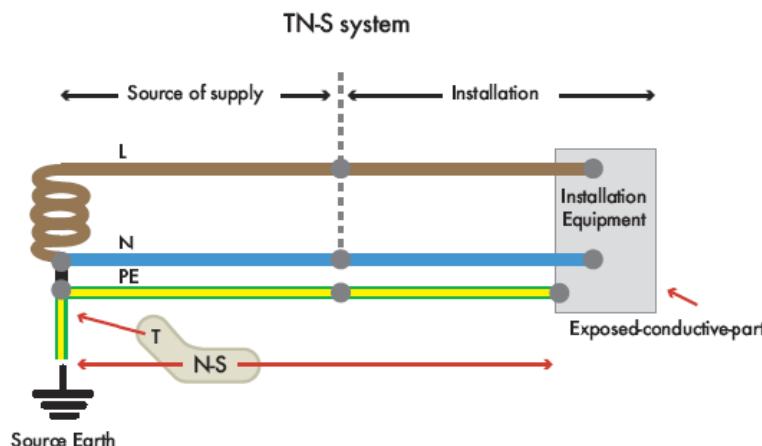
<p>نضع reactor بين نقطه التاريض وال neutral يسبب خفض 60-65% من تيار قصر ال solidely ويجب ان لا يقل عن ذلك حتى لا يتسبب فارتفاع شديد قيمه جهد نقطه التعادل</p>	<p>التأريض من خلال معاوقة Reactance</p>
<p>على الرغم من ان تيار العطل يكاد يكود منعدم او يمر فقط من خلال stray capacitances وايضا هذا النظام اقتصادي لأن م FN اجهزه الحمايه اقل كلفه الا انه يعاني من مشاكل عديده منها</p> <ul style="list-style-type: none"> -1 اذا حدث عطل قبل اكتشاف العطل الاول يسبب مرور تيار قصير كبير جدا -2 يسبب حدوث شرارات متتابعه خلال stray capacitances -3 يسبب ارتفاع جهد الجهاز بقيمه كبيره عن الارض -4 يصعب اكتشاف مكان العطل في هذه الانظمه 	<p>الانظمه المعزوله isolated system</p>

7.7 نظم التأييض عند المستهلك

وهنا يعني نظم التأييض لل أجسام المعدنية الغير حاملة للتيار وعلاقتها بتأييض مصدر التغذية هم 5 طرق

7.7.1.1 نظام TN-S

يعني الأرضي و النيوترال سلكين منفصلين من المصدر لحد المستهلك Terre-Neutral - Separated



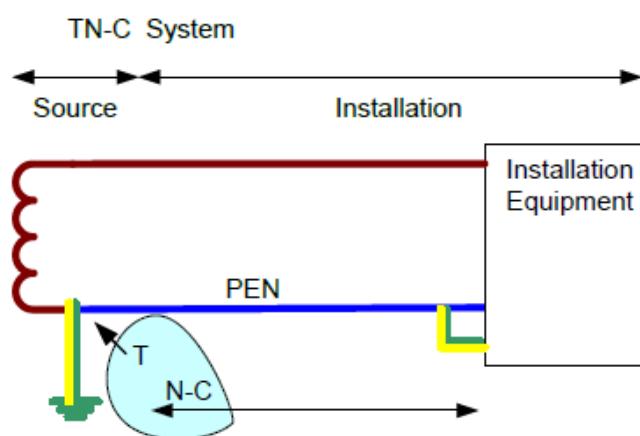
مميزاته: ميزه اقتصاديه حيث ان التأييض اصبح فقط عند المصدر (نستخدم cable sheath كموصل ارضي)

عيوبه:

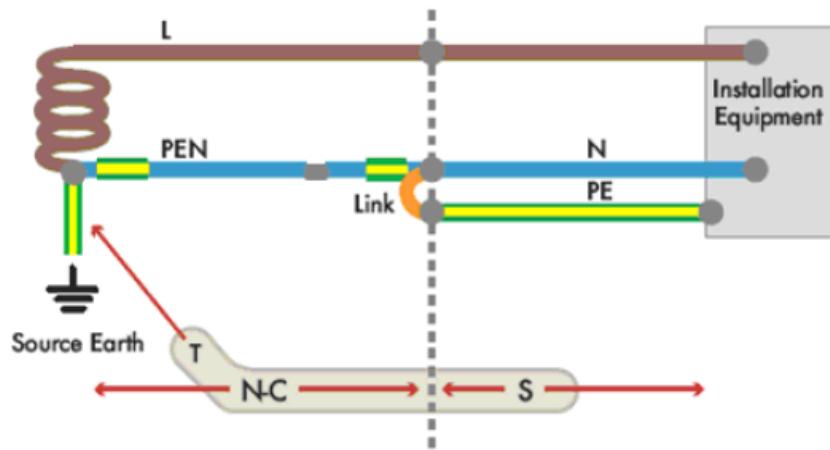
- عند انقطاع ال cables sheath يصبح النظام عند المستهلك غير مؤمن
- تشارک شبکه الجهد المتوسط والجهد المنخفض في شبكة ارضي واحد مما يعني عند حدوث عطل في شبكة الجهد المتوسط يرتفع الجهد للمستهلك لقيم خطيره

7.7.1.2 نظام PEN (PROTECTIVE EARTHING NEUTRAL) أو TN-C

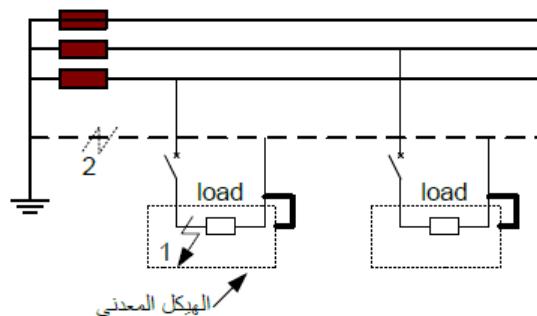
يعني السلكين الأرضي والنيوتراال هم واحد من اول المصدر لحد المستهلك Terre-Neutral Combines



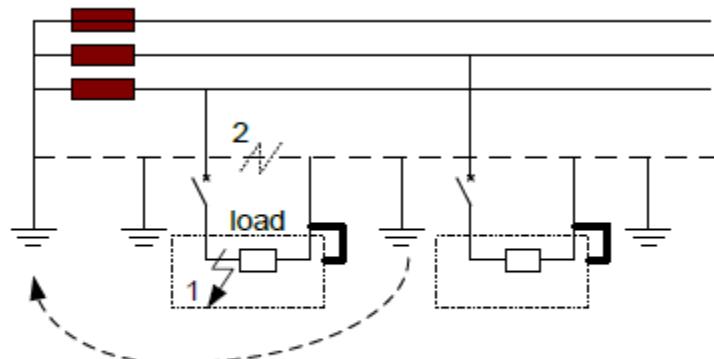
مميزاته: اقتصادي جدا سلك واحد !! عيوبه: لو السلك الواحد ده اقطع هيرفع الجهد للمستهلك لقيم خطيره لو الاحمال غير متزنة



عالج جزئيا مشكلها للي فاتت لو انقطع النيوترايل في النص بتاع المستهلك - هيكون لسه في تاريف
لكن المشكله : عند حدوث قطع في ال neutral الموحد / فكده عند حدوث عطل على مستهلك يؤثر على الآخر



الحل هو : Protective multiple Earthing



شكل 6-28 : نظام PME

7.7.1.4 نظام IT

Isolated terre - يعني نقطه التعادل عند المصدر معزوله

المميزات:

اتيار العطل فيه منخفض جدا عن باقي انظمه التاريض

العطل لا يؤثر على استمراريه التغذية بالشبكة (عشان كده مفضل عن المستشفيات والعمليات الحساسه)

العيوب

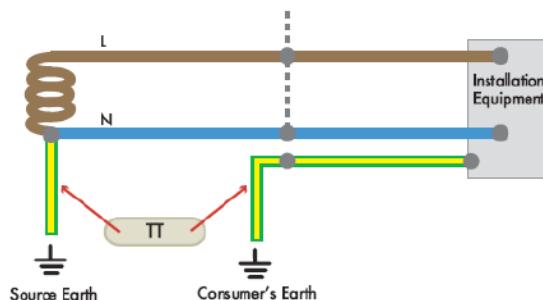
ارتفاع جهد نقطه التعادل

يصعب اكتشاف العطل لأنخفاض التيار

يناسب فقط الشبكات المعزولة العمليات الحساسه

7.7.1.5 نظام TT (ف17)

Terre - terre



المميزات:

اكثر الانظمه امانا (لكل من المصدر و المستهلك الارضي الخاص به) (وتعمل الارض كموصل لاعاده تيار العطل للمصدر)

صار المستهلك معزولا عن كل المشاكل بالشبكة ومشاكل المستهلكين الآخرين

العيوب

يجب على كل مستهلك عمل الشبكة الخاصه به وحماية earth leakage protection مما يكون اكثركلفه

تمثل مقاومه الكترودات الارضي الجزء الاكبر لمقاومه دائره Earth Fault وهو مهم في فعاليه شبكة الارضي ككل فيجب الاهتمام

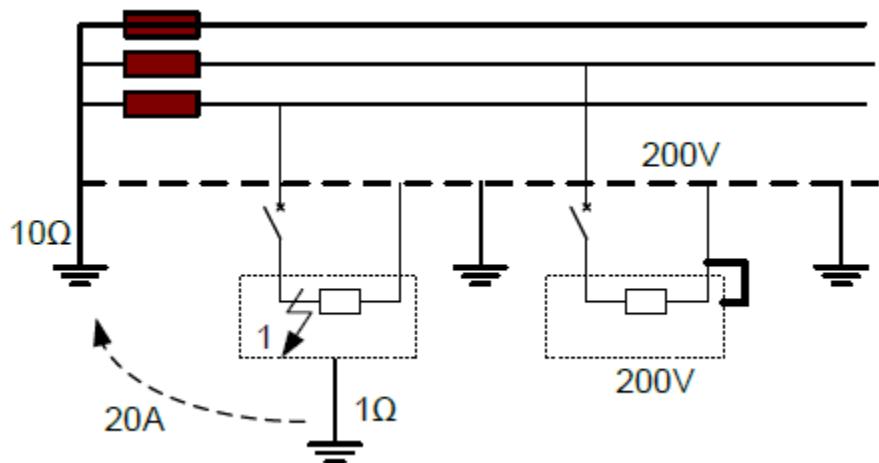
الشروط:

1-تجنب ربط الارضي بخط التعادل

2-تجنب ربط الارضي بمواسير المياه

3-يمنع استخدام خط التعادل على انه ارضي 4-يمنع ربط ارضي الشبكة بارضي المستهلك

7.7.1.6 لماذا لا يسمح بدمج نظامي TN-C-S و TT (ف17) (ف18)



لأنه عند حدوث عطل (1)

يمر خلال المقاومه $11\Omega = 10 + 1$ وبفرض الجهد 220 تسبب مرور تيار 20 امبير

هذا التيار في 10 اوم بتاع تاريف المصدر ترفع ال neutral بقيمه $200 = 20 * 10$ فولت

مما يؤثر على باقى المستهلكين ف الشبكة ! (لو كان عندهم كلهم ارضي خاص بيهم مكنتش حصل حاجه) بس بلا ندمج نظامين