الملخص السريع و الموجز لاختيار حجم الكابل وقاطع الحماية طبقا لكود ال IEC

- الجزء الأول

في البداية لازم تعرف أنك عشان تعمل الكلام ده صح فانت محتاج تعمل ال 11 خطوة اللى تحت دول بالترتيب:

1- الخطوة الاولى: احسب تيار الحمل الفعلى IB
2- الخطوة الثانية: احسب القاطع المطلوب من القيم الاستاندرد
3- الخطوة الثالثة: احسب مساحة مقطع الكابل المطلوبة
4- الخطوة الرابعة: احسب الهبوط فى الجهد
5- الخطوة الخامسة: احسب مساحة مقطع النيوترال
6- الخطوة السادسة: احسب مساحة مقطع موصل الايرث
7- الخطوة السابعة: احسب تيار الشورت سيركت
8- الخطوة الثامنة: حدد قيمة الشورت سيركت للقاطع
9- الخطوة التاسعة: افحص التحميل الحراري للكابل
10- الخطوة العاشرة: افحص اقصى طول مسموح للكابل للحماية ضد الشورت سيركت
11- الخطوة الحادية عشر: افحص شروط الحماية ضد التلامس الغير مباشر

الخطوة الاولى: احسب تيار الحمل الفعلى Ib

طبعا ده سهل جدا وكلنا بنحسبه عادى بالقوانين دى:

Ib = P/V for single phase

Ib = P/ (SQRT 3 x V x P.F) for 3-phase

مثال: عندك دائرة برايز حملها 2200 فولت امبير احسب قيمة تيار الحمل الفعلى Ib؟

Ib = P/V = 2200 VA /220 V = 10 A

مثال: عندك حمل 3 فاز بقيمة 5260 وات احسب قيمة تيار الحمل الفعلى Ib؟

Ib = P/ (SQRT 3 x V x P.F) = 5260 W / (SQRT 3 x 380 V x 0.8) = 9.9 A

الخطوة الثانية:

أولا: بالنسبة الأحمال العادية ما عدا المواتير

احسب القاطع المطلوب من القيم الاستاندرد

القاطع المطلوب بقيمة تيار In او قيمة تيار Ir بحيث يتحقق الشرط التالى:

$Ib \leq Ir \leq In \leq Iz$

ومن الشرط ده هنعرف اننا لازم نحقق حاجتين:

اول حاجة: ان تيار الحمل الفعلى Ib يجب ان لا يتجاوز قيمة التيار الأسمى In او قيمة التيار المقنن Ir للقاطع

خلى بالك الفرق بين التيار الأسمى In والتيار المقنن Ir للقاطع كما يلي:

التيار الأسمى In للقاطع هى اقصى قيمة تيار يمكن ان يتحملها القاطع فى الظروف الطبيعية للتشغيل وله حالات مختلفة كما يلي:

1- بيعبر عن Frame size Rating AF إذا كانت ال Trip unit up to maximum current of frame size زى فى حالة ال Fixed thermal Magnetic breaker

2- او بيعبرعن قيمة ال Max setting of Trip unit إذا كانت ال Trip unit not up to maximum current of frame size ويبقى فى الحالة دى بيعبر عن ال Ampere Size Rating AT

فى حين ان التيار المقنن Ir للقاطع هو قيمة التيار التى يتم ظبط ال Trip unit للفصل عندها وهي نسبة تتروا ح من:

- 70 الى 100% من التيار الأسمى In للقاطع فى حالة ال Adjustable trip unit

- وفى حالة القاطع المزود ب Electronic trip unit بتتروا ح من 40 الى 100% من التيار الأسمى In للقاطع يعنى دائما Ir ≤ In

ملحوظة: التيار المقنن Ir للقاطع فى حالة ال Fixed thermal Magnetic breaker بنلاقيه يساوى تيار ال In

يعنى لما نلاقى قاطع 1000AT/1000AF ده معناه ان التيار الأسمى In للقاطع = 1000 امبير = التيار المقنن Ir

لما نلاقى قاطع 800AT/1000AF ومعموله setting على 50% ده معناه ان التيار الأسمى In للقاطع = 800 امبير والتيار المقنن Ir = 400 امبير

تانى حاجة: ان لا يتجاوز قيمة التيار الأسمى In للقاطع قيمة السعة الامبيرية للكابل وهي اقصى قيمة تيار يمكن ان يتحمله الكابل.

يعنى ما ينفعش تجيب قاطع 63 امبير عشان يحمى كابل سعته الامبرية 50 امبير.

طيب ليه ما قلناش ان لا يتجاوز قيمة التيار المقنن Ir للقاطع قيمة السعة الامبيرية للكابل عشان مثلا فى حالة القاطع 800AT/1000AF ومعموله setting على 50% ما يجيش واحد يلعب فى ال Adjustable Trip Relay ويعلى قيمة التيار ويوصلها الى 800 امبير (100%) فى حين أنك مختار الكابل على 400 امبير بس.

بس خلى بالك فيه حالة خاصة فى كود ال NEC تقدر تصمم الكابل انه يكون Ir ≤ Iz

والحالة دى مشروحة فى 240.6 (C) ان لو انت متاكد ان مفيش حد غير مؤهل هيقدر يغير ال trip settings بتاعة القاطع بأنك مثلا:

١- القاطع جوه bolted enclosure

2- القاطع trip settings محطوط عليها غطاء زجاجى

٣- القاطع فى لوحة داخل غرفة مقفلة لا يسمح بدخولها الا للمتخصصين

٤- القاطع من الأنواع الجديدة المزودة ب password لتغيير قيم ال trip settings

فى الحالة دى صمم الكابل على ال Ir عادى.

ثانيا: بالنسبة الأحمال المواتير

يتم تطبيق القواعد الواردة فى هذا البوست

https://www.facebook.com/Electrical4all/posts/3512819355400613

الخطوة الثالثة:

اولا: بالنسبة الأحمال العادية ما عدا حمل المواتير المزودة بطريقة بدء Reduced Voltage

احسب مساحة مقطع الكابل المطلوبة

عشان احسب مساحة مقطع الكابل المطلوبة طبقا لكود ال IEC هنعمل مجموعة من الخطوات كما يلي:

1- حدد رقم طريقة التمديد المتبعة للكابلات من الجدول المرفق رقم 2.1
2- حدد قيمة معامل التصحيح لتجميع أكثر من كابل من الجداول المرفقة ارقام 2.2 و 2.3 و 2.4 وطبقا لطريقة التمديد المتبعة
3- حدد قيمة معامل التصحيح لدرجة الحرارة أكبر من 40 درجة مئوية من الجدول المرفق رقم 2.5
4- احسب قيمة التيار بعد التصحيح بقسمة قيمة تيار القاطع من الخطوة الثانية على حاصل ضرب كل معاملات التصحيح من الخطوتين #2 & 3
5- طبقا لنوع الكابل وطريقة تمديده اختار من الجداول المرفقة ارقام من 2.6 الى 2.12 مساحة مقطع الكابل اللى ليها سعة امبيرية أكبر من قيمة التيار بعد التصحيح المحسوب من الخطوة#4

مثال: دائرة تغذى حمل 3 فاز بقيمة 21 كيلو وات عند معامل قدرة 0.8 وجهد 415 V وعند درجة حرارة 50 درجة مئوية عن طريق single core, PVC insulated cable in conduit along with another circuit

احسب قيمة التيار الفعلى وقيمة القاطع ومساحة مقطع الكابل المطلوب؟

الخطوة الاولى: احسب تيار الحمل الفعلى Ib

x 415 = P/ (SQRT 3x Vx P.F) for 3-phase = 21 X 1000 / (SQRT 3 Ib

x 0.8) = 36.5 A

الخطوة الثانية: احسب القاطع المطلوب من القيم الاستاندرد

القاطع المطلوب من القيم الاستاندرد هو الاكبر مباشرة من 36.5 A = 40 A

الخطوة الثالثة: احسب مساحة مقطع الكابل المطلوبة

1- حدد رقم طريقة التمديد المتبعة للكابلات من الجدول المرفق رقم 2.1 وهي الطريقة رقم 1
2- حدد قيمة معامل التصحيح لتجميع أكثر من كابل من الجداول المرفقة ارقام 2.2 و 2.3 و 2.4 وطبقا لطريقة التمديد المتبعة الطريقة رقم 1 فى الجدول رقم 2.2 لعدد 2 دائرة بعدد 6 single conductor -----> يعطى معامل تصحيح 0.69
3- حدد قيمة معامل التصحيح لدرجة الحرارة أكبر من 40 درجة مئوية من الجدول المرفق رقم 2.5 عند درجة حرارة 50 درجة مئوية ومن الجدول رقم 2.5 نجد ان معامل التصحيح = 0.85
4- احسب قيمة التيار بعد التصحيح بقسمة قيمة تيار القاطع من الخطوة الثانية على حاصل ضرب كل معاملات التصحيح من الخطوتين #2 & 3 قيمة التيار بعد التصحيح = تيار القاطع / حاصل ضرب معاملات التصحيح = 40 A / (0.85 x 0.69) = 68.2 A
5- طبقا لنوع الكابل وطريقة تمديده اختار من الجداول المرفقة ارقام من 2.6 الى 2.12 مساحة مقطع الكابل اللى ليها سعة امبيرية أكبر من قيمة التيار بعد التصحيح المحسوب من الخطوة#4 هنختار من جدول 2.6 مساحة مقطع ليها سعة امبيرية أكبر من 68.2 امبير وهي 25 mm2 بسعة امبيرية 77 امبير

ثانيا: بالنسبة لاحمال المواتير المزودة بطرق بدء Reduced Voltage

بيتم تطبيق القواعد الواردة فى البوست ده

https://www.facebook.com/Electrical4all/posts/4549256061756932

الخطوة الرابعة: احسب الهبوط فى الجهد

ال IEC تسمح بقيمة ال Voltage Drop لا تزيد عن 3% بالنسبة لدوائر الإضاءة و5% بالنسبة لدوائر الباور ده فى حالة إذا كان المشروع يغذى من الشبكة العامة لشركة الكهرباء

لكن إذا كان المشروع يغذى من شبكة خاصة به فترتفع النسبة المسموح بها لا Voltage drop لتصل إلى 6% لدوائر الإنارة و8% لدوائر الباور

هذه النسب تشمل المغذيات الرئيسية من اول المحول حتى آخر نقطة سواء فى حالة الانارة او الباور

ويتم الحساب بتلك الطريقة باستخدام القانون:

VD = K x Ib x L / 1000

VD% = VD x 100 / 380

Where:

VD: The voltage drops (V),

K: The resistance value from voltage drops per ampere per meter table (mV/A/m) supplied by the cable manufacturer,

Ib: The load current (A),

L: The length of conductor (m).

ملحوظة:

أ - يجب ان تنتبه جيدا للجدول الذي ستأخذ منه قيمة ال K فى انه يجب ان يكون متطابق تماما مع الحالة التى لديك يعنى مثلا هل انت عندك:

- جهد الكابل – سنجل فاز ولا 3 فاز AC – ولا DC

- هل هى كابلات 3 او 4 كور – ولا كابل 2 كور – ولا موصل/واير 1كور – ولا موصل 1 كور مسحوب فى شكل ثلاثىTrefoil

- الكابل المونيوم ولا نحاس – العزل XLPE ولا – PVC التسليح Armoured ولاnon- Armoured

ب- معظم كتالوجات المصنعين طبقا للمواصفات الاوروبية لا يعطون قيم لل R لموصلات او ويرات 1 كور منفصلة.

طريقة اختيار كابل يحقق شرط ال Voltage Drop فى المواصفات الاوروبية:

لما تيجى تختار كابل يحقق شرط ال Voltage Drop متقعدش تجرب فى القانون بقيم R مختلفة واللى بتاخدها من الكتالوج ... لأ انت اولا تحسب قيمة ال Rالمطلوبة وبعدين تشوف فى الجداول قيمة R تساوى او أكبر قليلا من هذه القيمة

مثال: احسب قيمة الهبوط فى الجهد فى المثال السابق لطول دائرة تساوى 50 متر؟

نحدد قيمة ال K من جداول مصنعين الكابلات فهنروح للجدول بتاع ال single core ونروح لل copper ونروح لل PVC insulation وبعدين نروح لل Trefoil ونشوف قيمة ال K عند ال 25mm2 هتساوى 1.297

ونطبق فى القانون:

VD = K x Ib x L / 1000 = 1.297 x 36.5 x 50 / 1000 = 2.37

VD% = VD x 100 / 380 = 2.37 x 100 / 380 = 0.62 % accepted

الخطوة الخامسة: احسب مساحة مقطع النيوترال

اولا: فى حالة دوائر ال single phase بتكون مساحة مقطع النيوترال = مساحة مقطع الفاز

ثانيا: فى حالة دوائر ال 3-phase بيكون عندنا 3 حالات كما يلي:

-الحالة الأولى: مساحة مقطع الفاز اقل من أو يساوى 16mm2 للنحاس و 25 mm2 للالومنيوم سيكون مساحة مقطع النيوترال = مساحة مقطع الفاز

- الحالة الثانية: مساحة مقطع الفاز أكبر من 16mm2 للنحاس و 25 mm2 للالومنيوم سيكون مساحة مقطع النيوترال = نصف مساحة مقطع الفاز مع ضرور وجود شرطين هما:

1- ان يكون الحمل متزن على جميع الفازات

2- لازم يكون ال 3rd harmonic اقل من 15%

- الحالة الثالثة: فى حالة إذا كان ال 3rd harmonic أكبر من او يساوى 15%

سيكون هناك معامل تصحيح طبقا للجدول المرفق ويحسب مساحة مقطع النيوترال كما يلي:

- ال 3rd harmonic من 15-33% يقسم تيار ال Ib على معامل التصحيح 0.86 ثم تذهب الى جداول تحديد مساحة المقطع لتحديد مساحة مقطع النيوترال

- ال 3rd harmonic اكبرمن 33% يضرب تيار ال Ib فى 3 ضعف نسبة ال 3rd harmonic ثم تقسم على معامل التصحيح ثم تذهب الى جداول تحديد مساحة المقطع لتحديد مساحة مقطع النيوترال

ملاحظات مهمة:

- إذا كانت نتيجة الحسابات ان تيار النيوترال اعلى من تيار الفاز فيجب حينها اختيار الكابل بناءا على تيار النيوترال

- إذا كانت قيمة تيار النيوترال 135% من تيار الفاز وتم اختيار الكابل بناءا على تيار النيوترال فحينها ستكون موصلات الفاز غير محملة بالكامل وحينها لا حاجة لتطبيق De-rating Factor على موصلات الفاز

- بيتم اختيار القاطع او الفيوز بناءا على أكبر قيمة تيار سواء تيار النيوترال او تيار الفاز وهناك بعض القاطعات التى تسمح بتركيب موصلات ال 3 فاز بمساحة مقطع اقل ن مساحة مقطع النيوترال مما يعطى توفير اقتصادى.

مثال:

المثال السابق فيه ال Ib = 36.9 A احسب قيمة تيار النيوترال عند 3rd harmonic تساوى 50% & 40% &% 20 & 10%

قيمة التيار Ib لحساب النيوترال عند 3rd harmonic تساوى 10% = 1/ 36.9 = 36.9 A ولذا نختار مساحة مقطع النيوترال = مساحة مقطع الفاز 10 mm2

قيمة التيار Ib لحساب النيوترال عند 3rd harmonic تساوى 20% = 36.9/0.86 = 42.9 A ولذا نختار مساحة مقطع النيوترال = 10 mm2

قيمة التيار Ib لحساب النيوترال عند 3rd harmonic تساوى 40% = 0.86 / 0.4 x 3 x 36.9 = 51.5A ولذا نختار مساحة مقطع النيوترال =mm2 16

قيمة التيار Ib لحساب النيوترال عند 3rd harmonic تساوى 50% = 1 / 0.5 x 3 x 36.9 = 55.35A ولذا نختار مساحة مقطع النيوترال = 16 mm2

الخطوة السادسة: احسب مساحة مقطع موصل الايرث

من الجدول المرفق يمكنك حساب مساحة مقطع موصل الايرث طبقا لمساحة مقطع الفاز او بالطريقة التالية:

إذا كان مساحة مقطع الفاز ≥ 16 mm2 فى هذه الحالة مساحة مقطع موصل الايرث = مساحة مقطع الفاز

إذا كان 35 mm2 ≤ مساحة مقطع الفاز ≤ 25 mm2 فى هذه الحالة مساحة مقطع موصل الايرث = 16 mm2

إذا كان مساحة مقطع الفاز ≤ 35 mm2 فى هذه الحالة مساحة مقطع موصل الايرث = نصف مساحة مقطع الفاز

ملحوظة: معظم الجداول المرفقة هى تبسيط لجداول ال IEC ولكنها صحيحة 100%

Fig. G30 – Phase-to-phase voltage drop ΔU for a circuit, in volts per ampere per km

Copper cables							Aluminium cables						
c.s.a. in mm^2	Single-phase circuit			Balanced three-phase circuit			c.s.a. in mm^2	Single-phase circuit			Balanced three-phase circuit		
	Motor power		Lighting	Motor power		Lighting		Motor power		Lighting	Motor power		Lighting
	Normal service	Start-up		Normal service	Start-up			Normal service	Start-up		Normal service	Start-up	
	cos ϕ = 0.8	cos ϕ = 0.35	cos ϕ = 1	cos ϕ = 0.8	cos ϕ = 0.35	cos ϕ = 1		cos ϕ = 0.8	cos ϕ = 0.35	cos ϕ = 1	cos ϕ = 0.8	cos ϕ = 0.35	cos ϕ = 1
1.5	25.4	11.2	32	22	9.7	27							
2.5	15.3	6.8	19	13.2	5.9	16							
4	9.6	4.3	11.9	8.3	3.7	10.3	6	10.1	4.5	12.5	8.8	3.9	10.9
6	6.4	2.9	7.9	5.6	2.5	6.8	10	6.1	2.8	7.5	5.3	2.4	6.5
10	3.9	1.8	4.7	3.4	1.6	4.1	16	3.9	1.8	4.7	3.3	1.6	4.1
16	2.5	1.2	3	2.1	1	2.6	25	2.50	1.2	3	2.2	1	2.6
25	1.6	0.81	1.9	1.4	0.70	1.6	35	1.8	0.90	2.1	1.6	0.78	1.9
35	1.18	0.62	1.35	1	0.54	1.2	50	1.4	0.70	1.6	1.18	0.61	1.37
50	0.89	0.50	1.00	0.77	0.43	0.86	70	0.96	0.53	1.07	0.83	0.46	0.93
70	0.64	0.39	0.68	0.55	0.34	0.59	120	0.60	0.37	0.63	0.52	0.32	0.54
95	0.50	0.32	0.50	0.43	0.28	0.43	150	0.50	0.33	0.50	0.43	0.28	0.43
120	0.41	0.29	0.40	0.36	0.25	0.34	185	0.42	0.29	0.41	0.36	0.25	0.35
150	0.35	0.26	0.32	0.30	0.23	0.27	240	0.35	0.26	0.31	0.30	0.22	0.27
185	0.30	0.24	0.26	0.26	0.21	0.22	300	0.30	0.24	0.25	0.26	0.21	0.22
240	0.25	0.22	0.20	0.22	0.19	0.17	400	0.25	0.22	0.19	0.21	0.19	0.16
300	0.22	0.21	0.16	0.19	0.18	0.14	500	0.22	0.20	0.15	0.19	0.18	0.13

Fig. G67 – Reduction factors for harmonic currents in four-core and five-core cables (according to IEC 60364-5-52)

Third harmonic content of phase current (%)	Reduction factor	
	Size selection is based on phase current	Size selection is based on neutral current
0 -15	1.0	-
15 - 33	0.86	-
33 - 45	-	0.86
> 45	-	1.0[a]

a. ^ If the neutral current is more than 135 % of the phase current and the cable size is selected on the basis of the neutral current then the three phase conductors will not be fully loaded. The reduction in heat generated by the phase conductors offsets the heat generated by the neutral conductor to the extent that it is not necessary to apply any reduction factor to the current carrying capacity for three loaded conductors.

GENERAL METHODS OF INSTALLATION OF CABLES:

TABLE 2.1

Method: of Installation

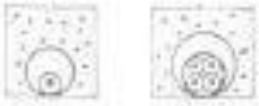
Type	Description	Examples
1	**Single core PVC** insulated cable with or without sheath in conduit buried in concrete or block work.	
2	**Single core PVC** insulated cable with or without sheath in conduit run on surface of wall or structure.	
3	**Single core PVC** insulated cable with or without sheath in trunking.	
4	**Single core PVC** insulated and sheathed cable or **Multi-core PVC/XLPE** insulated armoured and non-armoured cable run on trays.	
5	**Multi-core PVC/XLPE** armoured and non-armoured cable fixed to the surface of wall or structure.	
6	**Single core PVC** insulated non-magnetic armoured cable or **Multi-core PVC/XLPE** armoured and non-armoured cable run in trench.	
7	**Single core PVC** insulated non-magnetic armoured cable or **Multi-core PVC/XLPE** armoured/non-armoured cable run in duct.	
8	**Multi-core PVC/XLPE** insulated armoured and non-armoured cable directly buried in ground.	

TABLE 2.2

Correction factors for groups of more than three single-core cables

Type of Installation method	Number of Conductors and Correction Factor											
	4	6	8	10	12	16	20	24	28	32	36	40
1,2,3,6 & 7	0.80	0.69	0.62	0.59	0.55	0.51	0.48	0.43	0.41	0.39	0.38	0.36

NOTE–In case of one three phase circuit employing 4 wires, no correction factor is applicable and the ratings given in tables 2.6 and 2.7 shall be adopted. Where more than one three phase circuit is bunched in a conduit or trunking, then appropriate grouping factors shall be taken into consideration.

TABLE 2.3

Correction factors for groups of more than one multi-core and non-armoured cables

Type of Installation method	Number of Cables and Correction Factor											
	2	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20
4,5,6 & 7	0.80	0.70	0.65	0.60	0.57	0.52	0.48	0.45	0.43	0.41	0.39	0.38

NOTE– Where spacing between adjacent cables exceeds twice their overall diameter, no reduction factor need be applied.

TABLE 2.4

Correction factors for groups of more than one multi-core armoured and non- armoured cable buried in ground

Type of Installation method — 8	No. of Cables and Correction Factor				
	2	3	4	5	6
Cables laid touching each other	0.81	0.70	0.63	0.59	0.55
Cables laid 15 cms apart	0.87	0.78	0.74	0.70	0.68

TABLE 2.5

Correction factors for ambient temperatures higher than 40°C to be applied to the current carrying capacity shown in various tables

Ambient Temperature	Type of Insulation			
	PVC	XLPE	Mineral	
			PVC covered	Bare
45°C	0.91	0.94	0.89	0.98
50°C	0.85	0.89	0.80	0.96
55°C	0.70	0.82	0.69	0.91
60°C	0.57	0.74	0.54	0.88

TABLE 2.6

Current carrying capacity of PVC insulated single core copper cables with or without sheath at 40°C ambient temperature and for installation method 1, 2 and 3

Nominal cross-sectional of conductor mm^2	Single-Phase A.C. (Amperes)	Three-Phase A.C. (Amperes)
1.5	15	14
2.5	21	18
4.0	28	24
6.0	36	31
10.0	50	44
16.0	66	59
25.0	88	77
35.0	109	97
50.0	131	117
70.0	167	149
95.0	202	180
120.0	234	208

TABLE 2.7

Current carrying capacity of single core PVC insulated and sheathed copper cables at 40°C ambient temperature and for installation method 4

Nominal cross-sectional of conductor mm2	Single-Phase A.C. (Amperes)	Three-Phase A.C. (Amperes)
1.5	17	15
2.5	23	21
4.0	31	28
6.0	40	36
10.0	55	50
16.0	74	66
25.0	97	88
35.0	120	109
50.0	146	131
70.0	185	167
95.0	225	202
120.0	260	234
150.0	299	269
185.0	341	307
240.0	401	361

TABLE 2.8

Current carrying capacity of PVC insulated multi-core copper cables at 40°C ambient temperature and for installation method 4, 5, 6 and 7

Nominal cross-sectional area of conductor mm^2	Armoured (Amperes)	Non-Armoured (Amperes)
4.0	28	28
6.0	36	35
10.0	49	47
16.0	64	62
25.0	84	78
35.0	104	100
50.0	128	122
70.0	157	153
95.0	191	187
120.0	224	218
150.0	257	250
185.0	290	287
240.0	347	341
300.0	392	391
400.0	455	452

TABLE 2.9

Current carrying capacity of multi-core cross-linked polyethylene (XLPE) copper cables at 40°C ambient temperature and for installation method 4, 5, 6 and 7

Nominal cross-sectional of conductor mm^2	Armoured (Amperes)	Non-Armoured (Amperes)
4.0	36	33
6.0	47	43
10.0	64	59
16.0	87	80
25.0	115	106
35.0	139	128
50.0	168	155
70.0	214	197
95.0	263	242
120.0	304	280
150.0	353	325
185.0	402	370
240.0	476	438
300.0	542	499

TABLE 2.10

Current carrying capacity of single core and multi-core mineral insulated copper cables at 40°C ambient temperature

(a) Having the sheath covered overall with PVC
(b) Having the sheath bare and not exposed to touch

NOTE: Where cables of type (a) are installed bunched, the appropriate grouping factors given in Tables 2.2 and 2.3 shall be applied for the particular installation condition. For cables of type (b) no grouping factor is necessary.

Nominal cross-sectional area of conductor	Single Core				Multi Core					
	Single Phase A.C. (Amperes)		Three Phase A.C. (Amperes)		Single Phase A.C. 2 Core (Amperes)		Three Phase A.C. 4 Core (Amperes)		7 Core (Amperes)	
	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)
1.0	19	24	15	24	15	20	12	17	9	12
1.5	23	31	20	31	19	25	15	21	11	14
2.5	31	41	26	41	25	35	20	29	15	21
4.0	39	54	35	54	32	45	28	38		
6.0	50	70	44	70	42	58				
10.0	68	94	60	94						
1.0	20	28	17	28	16	22	14	18	9	13
1.5	25	35	22	35	20	28	17	23	12	16
2.5	33	45	29	45	27	37	22	31	16	22
4.0	43	60	37	60	35	49	29	40	20	29
6.0	54	74	48	74	45	62	37	52		
10.0	72	101	64	101	60	84	50	70		
16.0	94	134	84	134	80	110	66	94		
25.0	128	173	111	173	105	149	89	120		
35.0	153	211	136	211						
50.0	191	264	170	264						
70.0	234	322	204	322						
95.0	281	389	247	389						
120.0	323	451	285	451						
150.0	374	518	327	518						

TABLE 2.11

Current carrying capacity of multi-core copper cable at 30°C ground temperature and for installation method 8

(a) PVC insulated and armoured.
(b) XLPE insulated and armoured.

Nominal cross-sectional area of conductor mm^2	PVC insulated and armoured (Amperes)	XLPE insulated and armoured (Amperes)
4.0	37	43
6.0	47	54
10.0	62	73
16.0	81	100
25.0	108	125
35.0	129	150
50.0	154	176
70.0	185	217
95.0	222	261
120.0	255	300
150.0	284	331
185.0	321	375
240.0	375	435
300.0	420	490

TABLE 2.12

Current carrying capacity and mass supportable for flexible copper cords insulated with Silicone rubber

Nominal cross-sectional area of conductor mm^2	Current carrying capacity Single or Three Phase a.c. (Amperes)	Maximum mass supportable By twin flexible cord (Kg.)
0.5	3	2
0.75	6	3
1.0	10	5
1.25	13	5
1.5	15	5
2.5	20	5
4.0	25	5

NOTE -- These ratings apply up to an ambient temperature of 120°C.

TABLE 4.1

SIZE OF EARTH CONTINUITY CONDUCTORS AND EARTHING LEADS

Nominal Cross-Sectional Area of Largest Associated Copper Circuit (mm^2)	Nominal Cross-Sectional Area of Copper Earth Continuity Conductor (mm^2)	Nominal Cross-Sectional Area of Copper Earthing Lead (mm^2)
1.5 mm^2	1.0 mm^2	6.0 mm^2
2.5 mm^2	1.0 mm^2	6.0 mm^2
4.0 mm^2	2.5 mm^2	6.0 mm^2
6.0 mm^2	2.5 mm^2	6.0 mm^2
10.0 mm^2	6.0 mm^2	6.0 mm^2
16.0 mm^2	6.0 mm^2	6.0 mm^2
25.0 mm^2	16.0 mm^2	16.0 mm^2
35.0 mm^2	16.0 mm^2	16.0 mm^2
50.0 mm^2	16.0 mm^2	16.0 mm^2
70.0 mm^2	50.0 mm^2	50.0 mm^2
95.0 mm^2	50.0 mm^2	50.0 mm^2
120.0 mm^2	50.0 mm^2	50.0 mm^2
150.0 mm^2	50.0 mm^2	50.0 mm^2
185.0 mm^2	70.0 mm^2	70.0 mm^2
240.0 mm^2	70.0 mm^2	70.0 mm^2
300.0 mm^2	70.0 mm^2	70.0 mm^2
400.0 mm^2	70.0 mm^2	70.0 mm^2

NOTE – P.V.C. insulation of earth continuity conductor should be coloured green / yellow.

Voltage Drop for Single Core L.V Cables

C.S.A. mm²	Copper Conductor Voltage Drop (mv / AMP / Meter)			
	PVC Insulation & PVC Sheathed		XLPE Insulation & PVC Sheathed	
	Flat	Trefoil	Flat	Trefoil
4	7.830	7.770	8.337	8.277
6	5.287	5.226	5.628	5.568
10	3.184	3.124	3.401	3.341
16	2.068	2.008	2.203	2.142
25	1.357	1.297	1.440	1.380
35	1.034	0.971	1.085	1.024
50	0.793	0.732	0.836	0.776
70	0.595	0.534	0.624	0.564
95	0.469	0.408	0.490	0.430
120	0.410	0.349	0.417	0.357
150	0.354	0.294	0.366	0.305
185	0.312	0.252	0.322	0.262
240	0.272	0.211	0.278	0.218
300	0.247	0.187	0.253	0.192
400	0.224	0.164	0.220	0.159
500	0.208	0.148	0.211	0.150
630	0.194	0.134	0.191	0.131

-الجزء الثاني

الخطوة السابعة: احسب تيار الشورت سيركت

أى جهاز حماية ضد تيار الشورت سيركت لازم يتصمم طبقا للقاعدتين دول :

القاعدة الاولى: سعة قطع البريكر لازم تكون ≤ قيمة تيار الشورت سيركت فى مكان تركيبه وده هنشوف ازاى بنحسبه فى الخطوة الثامنة

القاعدة الثانية: الوقت المطلوب لفصل الشورت سيركت لازم يكون اقل من الوقت اللى الكابل هياخده عشان توصل درجة حرارته لأعلى حد مسموح وده هنشوف ازاى بنتأكد منه فى الخطوة التاسعة

وعشان نتأكد من تطبيق القاعدتين دول لازم نحسب حاجتين:

1- أكبر قيمة تيار شورت سيركت فى بداية الكابل ..... والقيمة دى هنستخدمها عشان نحدد بيها:

- قيمة سعة القطع المطلوبة للبريكر

- هل الكابل يقدر يتحمل الشورت سيركت ولا لأ ودى هنشوفها فى الخطوة التاسعة.

2- أقل قيمة تيار شورت سيركت فى نهاية الكابل ..... والقيمة دى هنستخدمها عشان نحدد بيها:

- أقل قيمة نقدر نظبط الحماية المغناطيسية للبريكر عليها

- هل الكابل يقدر يتحمل الشورت سيركت ولا لأ فى حالة استخدام فيوزات للحماية او استخدام بريكرات من النوع ال time-delay والكلام ده هنشوفه فى الخطوة التاسعة.

ولأن طريقة حساب تيار الشورت سيركت طبقا للمواصفة IEC 60909 طريقة صعبة شوية ويفضل استخدامها فقط مع شبكات الضغط المتوسط او العالى .. فأحنا هنستخدم طريقة ال Impedance method من ال application Guide C 15-105 والمدعومة بالكود الفرنسى NFC 15-100

وفى الكود ده بنلاقى ان تيار الشورت سيركت بيتحسب من القانون ده:

$Isc = Un / \sqrt{3}\sum(Z)$

$Z = \sqrt{(Rt2 + Xt2)}$

Un : الجهد المقنن بين الاوجه على اطراف محول التغذية وبيكون اما 410 أو 237 فولت

طيب جميل جدا .... الفكرة كلها دلوقتى ازاى تحسب ال Z لحد مكان الشورت سيركت وعشان كده فى اغلب الحسابات اليدوية بنحسب المقاومات والممانعات لكل جزء من الشبكة الكهربائية باستخدام جدول شنايدر المرفق فى صورة رقم 1 لكل من:

1- شبكة ال Upstream : وعشان متتعبش نفسك فى الحسابات هتلاقى الصورة رقم 2 من الجدول الموجود فيها تقدر تاخد قيم ال R & X لشبكة ال Upstream على طول

2- المحول : وعشان متتعبش نفسك فى الحسابات هتلاقى الصورة رقم 3 من الجدول الموجود فيها تقدر تاخد قيم ال R & X للمحول على طول (لو معندكش محول فانت لازم ترجع لشركة الكهرباء عشان تاخد منهم القيم المطلوبة زى ال MVAsc و قيم ال R & X لشبكة ال Upstream عشان تعمل حسابات الشورت سيركت للشبكة بتاعتك)

3- الكابلات : بمعلومية طول الكابل L ومساحة مقطعه S و ال Resistivity يمكن حساب ال R وهتلاقى فى صورة رقم 4 جدول لقيم ال Resistivity أما عن ال X فتحسب 0.15 ملى اوم لكل متر من طول الكابل

4- البارات: لمساحات المقطع أكبر من 200 مم2 و بمعلومية طول البارة L ومساحة مقطعها S و ال Resistivity يمكن حساب ال R (مساحات المقطع اقل من 200 مم2 يتم اهمال ال R) أما عن ال X فتحسب 0.08 ملى اوم لكل متر من طول البارة

وفيه مثال محلول مرفق فى صورة رقم 5

ودى اسهل طريقة ممكن تعمل بيها الحسابات اليدوية للشورت سيركت.

الخطوة الثامنة: حدد قيمة الشورت سيركت للبريكر

فى الخطوة دى عايزين نحسب حاجتين:

1- سعة قطع البريكر القياسية واللى بيسموها ال Icu

2- قيمة الحماية المغناطيسية Im للبريكر

اولا: عايزين نحسب سعة قطع البريكر القياسية واللى بيسموها ال Icu

زى ما قلنا فى القاعدة الاولى فى الخطوة السابعة فوق ان

سعة قطع البريكر لازم تكون ≤ قيمة تيار الشورت سيركت فى مكان تركيبه

يبقا انت بعد ما تحسب قيمة تيار الشورت سيركت فى مكان تركيب القاطع هتختار قاطع له سعة قطع استناندرد اعلى

وسعات القطع الاستاندرد للقواطع

3KA -6KA -10KA -25KA -36KA -50KA -80KA -100KA -150KA

ثانيا: عايزين نحسب أقل قيمة نقدر نظبط الحماية المغناطيسية Im للبريكر عليها

كل الفكرة انك على نفس الحسابات اللى فوق هتضيف ال R & X للكابل اللى البريكر راكب عليه فى اوله عشان يديلك أقل قيمة تيار شورت سيركت فى نهاية الكابل واللى بناء عليها هنحدد قيمة ال Im بحيث تكون بتساويها او اعلى منها مباشرة.

والصورة رقم 6 فيها جدول بيساعدك تحدد القيم المناسبة لل Im لكل نوع من انواع قواطع الجهد المنخفض

الخطوة التاسعة: افحص التحميل الحرارى للكابل

زى ما قلنا فى القاعدة الثانية من الخطوة السابعة ان الوقت المطلوب لفصل الشورت سيركت tc لازم يكون اقل من الوقت اللى الكابل هياخده عشان توصل درجة حرارته لأعلى حد مسموح وده بيتحقق بتطبيق القانون

$tc \leq K2S2 / Isc\ min2$

ويجب ان ال tc تكون اقل من 5 ثوانى.

S: مساحة مقطع الكابل بال مم2

Isc min : أقل قيمة تيار شورت سيركت فى نهاية الكابل واللى حسبناها فى الخطوة الثامنة

K: معامل بيتحسب من الجدول المرفق فى الصورة رقم 7

وعشان نشوف الكابل هيتحمل حراريا مرور تيار الشورت سيركت ولا لأ .. لازم المعادلة دى تتحقق

$I2t \leq k2S2$

قيم ال I2t بنقدر نحصل عليها من كتالوجات مصنعين الكابلات وفيه فى الصورة رقم 8 جدول مماثل

وتبقا خطوات التأكد من التحميل الحرارى للكابل كما يلى:

1- طبقا لنوع الكابل اختار قيمة K من الجدول المرفق فى الصورة رقم 7

2- اضرب مربع مساحة مقطع الكابل S فى مربع المعامل K هيطلع قيمة k2S2

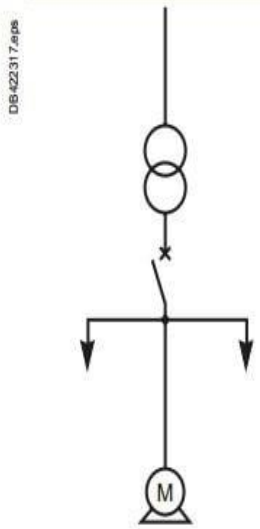
3- من كتالوجات مصنعين الكابلات او من الصورة رقم 8 اوجد قيمة ال I2t

4- قارن قيمة ال k2S2 من الخطوة 2 بقيمة ال I2t من الخطوة 3 ولازم تكون بتساويها او اكبر منها والا هتضطر تختار كيبل بمساحة مقطع اعلى وتعيد الحسابات تانى لحد ما تتحق المعادلة

$I2t \leq k2S2$

ملحوظة: استخدام البريكرات المزودة بخاصية ال current limiting بيقلل الي حد كبير من ال thermal effects بنسبة تصل إلى 89 - 99% حسب قيمة تيار البريكر

وجميع برامج التصميم لتقوم بإجراء تلك الحسابات للتأكد من أن التحميل الحراري للكابلات فى الحدود المسموحة و فى هذه الحالة لا حاجة لإجراء تلك الحسابات يدويا



Supply network Figure G34	$\frac{Ra}{Xa} = 0.1$	$Xa = 0.995\ Za;\ Za = \frac{U_{20}^2}{Psc}$
Transformer Figure G35	$Rtr = \frac{Pcu \times 10^3}{3In^2}$ where $In = \frac{Sn \times 10^3}{U_{20}\sqrt{3}}$ Rtr is often negligible compared to Xtr for transformers > 100 kVA	$Xtr = \sqrt{Ztr^2 - Rtr^2}$ with $Ztr = \frac{U_{20}^2}{Sn} \times \frac{Usc}{100}$
Circuit breaker	Not considered in practice	
Busbars	Negligible for S > 200 mm², below use the formula: $R = \rho \frac{L}{S}$ [a]	Xb = 0.15 mΩ/m
Circuit conductors [b]	$R = \rho \frac{L}{S}$ [a]	Cables: Xc = 0.08 mΩ/m
Motors	See Sub-clause 4.2 Motors (often negligible at LV)	
Three-phase maximum short circuit current in kA	$Isc = \frac{U_{20}}{\sqrt{3}\sqrt{RT^2 + XT^2}}$	

U_{20}: Phase-to-phase no-load secondary voltage of MV/LV transformer (in volts).
Psc: 3-phase short-circuit power at MV terminals of the MV/LV transformers (in kVA).
Pcu: 3-phase total losses of the MV/LV transformer (in watts).
Sn: Rating of the MV/LV transformer (in kVA).
Usc: Short-circuit impedance voltage of the MV/LV transfomer (in %).
R_T : Total resistance. X_T: Total reactance

[a] ρ = resistivity at 20°C.
[b] If there are several conductors in parallel per phase, then divide the resistance of one conductor by the number of conductors. The reactance remains practically unchanged.

Fig. G39 Recapitulation table of impedances for different parts of a power-supply system

صورة رقم -1

Psc	U_{20} (V)	Ra (mΩ)	Xa (mΩ)
250 MVA	420	0.07	0.7
500 MVA	420	0.035	0.351

Fig. G36 The impedance of the MV network referred to the LV side of the MV/LV transformer

صورة رقم -2

Rated Power (kVA)	Oil-immersed				Cast-resin			
	Usc (%)	Rtr (mΩ)	Xtr (mΩ)	Ztr (mΩ)	Usc (%)	Rtr (mΩ)	Xtr (mΩ)	Ztr (mΩ)
100		37.9	9.5	70.6	6	37.0	99.1	105.8
160	4	16.2	41.0	44.1	6	18.6	63.5	66.2
200	4	11.9	33.2	35.3	6	14.1	51.0	52.9
250	4	9.2	26.7	28.2	6	10.7	41.0	42.3
315	4	6.2	21.5	22.4	6	8.0	32.6	33.6
400	4	5.1	16.9	17.6	6	6.1	25.8	26.5
500	4	3.8	13.6	14.1	6	4.6	20.7	21.2
630	4	2.9	10.8	11.2	6	3.5	16.4	16.8
800	6	2.9	12.9	13.2	6	2.6	13.0	13.2
1000	6	2.3	10.3	10.6	6	1.9	10.4	10.6
1250	6	1.8	8.3	8.5	6	1.5	8.3	8.5
1600	6	1.4	6.5	6.6	6	1.1	6.5	6.6
2000	6	1.1	5.2	5.3	6	0.9	5.2	5.3

Fig. G37 Resistance, reactance and impedance values for typical distribution 400V transformers (no-load voltage = 420 V) with MV windings ⩽ 20 kV

صورة رقم 3-

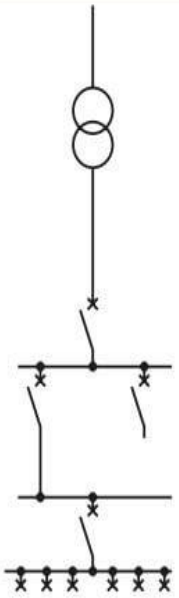
	20 °C	PR/XLPE 90 °C	PVC 70 °C
Copper	18.51	23.69	22.21
Alu	29.41	37.65	35.29

Fig. G38 Values of ρ as a function of the temperature, cable insulation and cable core material, according to IEC60909-0 and Cenelec TR 50480 (in mΩ.mm²/m).

صورة رقم 4-

صورة رقم 5-

■ Example of short-circuit calculations (see Fig. G40)

LV installation		R (mΩ)	X (mΩ)	RT (mΩ)	XT (mΩ)	$I_{sc} = \frac{420}{\sqrt{3}\sqrt{R_T^2 + X_T^2}}$
	MV network Psc = 500 MVA	0.035	0.351			
	Transformer 20 kV/420 V Pn = 1000 kVA Usc = 5 % Pcu = 13.3 x 10^3 watts	2.35	8.5			
	Single-core cables 5 m copper 4 x 240 mm²/phase	$Rc = \frac{18.51}{4} \times \frac{5}{240} = 0.10$	Xc = 0.08 x 5 = 0.40	2.48	9.25	Isc1 = 25 kA
	Main circuit breaker	Not considered in practice				
	Busbars 10 m	Not considered in practice				
	Three-core cable 100 m 95 mm² copper	$Rc = 18.51 \times \frac{100}{95} = 19.5$	Xc = 100 x 0.08 = 8	22	17.3	Isc3 = 8.7 kA
	Three-core cable 20 m 10 mm² copper final circuits	$Rc = 18.51 \times \frac{20}{10} = 37$	Xc = 20 x 0.08 = 1.6	59	18.9	Isc4 = 3.9 kA

D8422318.eps

RT : Total resistance. XT: Total reactance. Isc : 3-phase maximum short-circuit current
Calculations made as described in figure G36

Fig. G40 Example of maximum short-circuit calculations for a LV installation supplied at 400 V (nominal) from a 1000 kVA MV/LV transformer

	Type of protective relay	Overload protection	Short-circuit protection		
Domestic breakers IEC 60898	Thermal-magnetic	Ir = In	Low setting type B 3 In ⩽ Im ⩽ 5 In	Standard setting type C 5 In ⩽ Im ⩽ 10 In	High setting circuit type D 10 In ⩽ Im ⩽ 20 In[a]
Modular industrial[b] circuit breakers	Thermal-magnetic	Ir = In fixed	Low setting type B or Z 3.2 In ⩽ fixed ⩽ 4.8 In	Standard setting type C 7 In ⩽ fixed ⩽ 10 In	High setting type D or K 10 In ⩽ fixed ⩽ 14 In
Industrial[b] circuit breakers IEC 60947-2	Thermal-magnetic	Ir = In fixed	Fixed: Im = 7 to 10 In		
		Adjustable: 0.7 In ⩽ Ir ⩽ In	Adjustable: - Low setting : 2 to 5 In - Standard setting: 5 to 10 In		
	Electronic	Long delay 0.4 In ⩽ Ir ⩽ In	Short-delay, adjustable 1.5 Ir ⩽ Im ⩽ 10 Ir Instantaneous (I) fixed I = 12 to 15 In		

صورة رقم 6-

[a] 50 In in IEC 60898, which is considered to be unrealistically high by most European manufacturers (Schneider Electric = 10 to 14 In).
[b] For industrial use, IEC standards do not specify values. The above values are given only as being those in common use.

Fig. H28 Tripping-current ranges of overload and short-circuit protective devices for LV circuit breakers

		Conductor insulation			
		PVC ⩽ 300 mm²	PVC > 300 mm²	EPR XLPE	Rubber 60 °C
Initial temperature °C		70	70	90	60
Final temperature °C		160	140	250	200
Conductor material	Copper	115	103	143	141
	Aluminium	76	68	94	93

Fig. G52 Value of the constant k according to table 43A of IEC 60364-4-43

صورة رقم 7-

S (mm²)	PVC		XLPE	
	Copper	Aluminium	Copper	Aluminium
1.5	0.0297	0.0130	0.0460	0.0199
2.5	0.0826	0.0361	0.1278	0.0552
4	0.2116	0.0924	0.3272	0.1414
6	0.4761	0.2079	0.7362	0.3181
10	1.3225	0.5776	2.0450	0.8836
16	3.3856	1.4786	5.2350	2.2620
25	8.2656	3.6100	12.7806	5.5225
35	16.2006	7.0756	25.0500	10.824
50 [a]	29.839	13.032	46.133	19.936

[a] For 50 mm² cables, the actual cross-section used for calculation is 47.5 mm² [1].

Fig. G53 Maximum allowable thermal stress for cables I^2t (expressed in ampere^2 x second x 10^6)

صورة رقم 8-

-الجزء الثالث

الخطوة العاشرة: افحص اقصى طول مسموح للكابل للحماية ضد الشورت سيركت

احنا ليه بنعمل الخطوة دة؟

عشان نتأكد ان تيار الشورت سيركت هيكون كافى انه يشغل اجهزة الحماية الموجودة عشان تفصله .. يعنى لو كان الكابل طويل جدا فمعناه ان مقاومته كبيرة و ده ممكن يقلل قيمة تيار الشورت سيركت بحيث يكون اقل من قيمة تيار الفصل المغناطيسى للبريكر وبكده البريكر مش هيفصل رغم وجود شورت سيركت فى الدائرة. وفى الغالب الخطوة دى بتكون مهمة على الدوائر النهائية الخاصة بالانارة والبرايز فى حالة تغذيتها من الشبكة فقط (لا تستخدم هذه الطريقة فى حالة تغذية الدوائر من المولد)

فاحنا دلوقتى هنستخدم قيمة تيار الفصل المغناطيسى للبريكر عشان نحدد بيها اقصى طول مسموح للكابل للحماية ضد الشورت سيركت .. جميل اوى

طيب افرض انا مش عارف القيمة دى .. اعمل ايه؟

فى الحالة دى هنستخدم اعلى قيمة فى منحنيات الفصل للقواطع وهتكون كالتالى:

بالنسبة للقواطع curve B = 5*In

بالنسبة للقواطع curve C = 10*In

بالنسبة للقواطع curve D = 20*In

ولو القواطع من النوع ال Adjustable Magnetic هنزود حوالى 25% على القيم اللى فوق دى

الطريقة اللى بنستخدمها فى الخطوة العاشرة اسمها طريقة ال conventional method ... طيب ايه بقا الطريقة دى:

الطريقة دى بتفترض انه فى حالة حدوث شورت سيركت فأن قيمة الفولت فى بداية الدائرة هيساوى 80% من قيمة جهد الدائرة الطبيعى.

الطريقة دى بتدى نتائج بتختلف على حسب نظام الأرضى المستخدم (TN or IT) كما يلى:

اولا فى حالة نظام ال TN:

هنلاقى ان اقصى طول مسموح للكابل Lmax بالمتر ممكن يتحسب من المعادلة دى:

Lmax = (0.8 * U * Sph) / (RO (1+m) * Ia)

ال U هو جهد الفاز للدائرة ويساوى 230 فولت للنظام 400/230 فولت

وال Sph مساحة مقطع الفاز بال مم2

وال RO هى ال Resistivity وهى تساوى

for copper 0.0237

for aluminium 0.0376

ال m = Sph/Spe (مساحة مقطع الفاز / مساحة مقطع موصل الارضى)

ال Ia هو تيار الفصل المغناطيسى للبريكر

لكن من غير ما نستخدم المعادلة ممكن نطلع قيمة اقصى طول مسموح للكابل Lmax من الجداول مباشرة كما يلى:

- فيه جدولين معمولين (جدول رقم 1 و جدول رقم 2) عشان تقدر تحدد اقصى طول مسموح للكابل Lmax منها مباشرة بمعلومية مساحة مقطع الكابل وقيمة تيار الحماية المغناطيسى للبريكر فى حالة ال Industrial CBs (IEC 60947-2) فى حالة m=1

- وفيه جدول معمول (جدول رقم 3) عشان تقدر تحدد اقصى طول مسموح للكابل Lmax منها مباشرة بمعلومية مساحة مقطع الكابل وقيمة تيار الحماية المغناطيسى للبريكر فى حالة ال Domestic CBs Curve B (IEC 60898) فى حالة m=1

- وفيه جدول معمول (جدول رقم 4) عشان تقدر تحدد اقصى طول مسموح للكابل Lmax منها مباشرة بمعلومية مساحة مقطع الكابل وقيمة تيار الحماية المغناطيسى للبريكر فى حالة ال Domestic CBs Curve C (IEC 60898) فى حالة m=1

- وفيه جدول معمول (جدول رقم 5) عشان تقدر تحدد اقصى طول مسموح للكابل Lmax منها مباشرة بمعلومية مساحة مقطع الكابل وقيمة تيار الحماية المغناطيسى للبريكر فى حالة ال Domestic CBs Curve D (IEC 60898) فى حالة m=1

ملحوظة هامة:

- فيه جدول رقم 6 لتصحيح قيمة ال Lmax فى حالة استخدام كابلات الومنيوم او فى حالة كانت ال m≠1

مثال: اوجد اقصى طول مسموح للكابل Lmax بالمتر فى حالة استخدام كابلات الومنيوم 3فاز ونيوترال ونظام TN-C لبريكر 63 امبير B Curve و مساحة مقطع الفاز 50 مم2 و مساحة مقطع الارضى 25 مم2.

الحل:

من جدول رقم 3 تحت ال 63 امبير و مقابل ال 50 مم2 هنلاقى Lmax = 603 meter

من جدول رقم 6 و فى الحالة دى بنطبق معامل تصحيح لكابل الالومنيوم فى حالة ال m=50/25 = 2 بنلاقى ان معامل التصحيح يساوى 0.42

اقصى طول مسموح للكابل = 603 * 0.42 = 253 متر

ثانيا: فى حالة نظام ال IT

هنلاقى عندنا حالتين:

اول حالة: لو عندك 3 فاز 3 واير (يعنى مفيش نيوترال)

يبقا فى الحالة دى هنستخدم القانون ده لتحديد اقصى طول Lmax مسموح للكابل بالمتر

Lmax = (0.8 * U *√3 * Sph) / (2 * RO (1+m) * Ia)

تانى حالة: لو عندك 3 فاز 4 واير (يعنى فيه نيوترال)

Lmax = (0.8 * U * S1) / (2 * RO (1+m) * Ia)

وال S1 هى مساحة مقطع النيوترال

و نلاحظ ان الحالة التانية بتعطى نصف نتائج الجداول فى حالة اسستخدام نظام ال TN

ملحوظة هامة:

وفى نظام ال IT فيه جدول رقم 7 لتصحيح قيمة ال Lmax فى حالة استخدام كابلات الومنيوم او فى حالة كانت ال m≠1

مثال: اوجد اقصى طول مسموح للكابل Lmax بالمتر فى حالة استخدام كابلات الومنيوم ونظام IT لبريكر 63 امبير B Curve و مساحة مقطع الفاز 50 مم2 و مساحة مقطع الارضى 25 مم2.

الحل:

من جدول رقم 3 تحت ال 63 امبير و مقابل ال 50 مم2 هنلاقى Lmax = 603 meter

من جدول رقم 7 و فى الحالة دى بنطبق معامل تصحيح لكابل الالومنيوم فى حالة ال m=50/25 = 2 بنلاقى ان معامل التصحيح يساوى 0.36

اقصى طول مسموح للكابل = 603 * 0.36 = 217 متر

الخطوة الحادية عشر: افحص شروط الحماية ضد التلامس الغير مباشر

احنا ليه بنعمل الخطوة دة؟

لأن مش مهم بس اننا نتأكد ان تيار الشورت سيركت هيكون كافى انه يشغل اجهزة الحماية الموجودة عشان تفصله زى ما عملنا فى الخطوة العاشرة فوق .. لأ دا كمان لازم نتأكد ان الفصل ده هيتم بسرعة وفى زمن قليل يضمن حماية الاشخاص من التعرض لصدمات كهربائية من التلامس الغير مباشر مع الاجسام التى لا تحمل كهرباء فى طبيعتها مثل جسم اللوحة وخلافه.

الزمن ده بيسموه ال Maximum Breaking Time وقيمته بتحدد بناء على ما يلى:

- نوع نظام الارضى لمستخدم (TT – TN – IT)

- قيمة جهد التشغيل

- قيمة جهد بيسموه ال Limit Voltage وده قيمة اعلى جهد بعديه الانسان بيكون معرض للخطر وفى الغالب قيمته بتكون 50 فولت وفى بعض المبانى الخاصة كالمبانى الزراعية والتاريخية و التغذية الكهربائية المؤقتة يمكن ان يساوى 25 فولت

كمان فيه قيمة جهد مهمة الا وهى قيمة جهد اللمس Touch Voltage اللى لازم تكون اقل من قيمة جهد ال Limit Voltage

جميل اوى .. هنبدء ندرس ازاى نحدد ال Maximum Breaking Time لكل نوع من انواع انظمة الارضى بتاعتنا كما يلى:

اولا نظام ال TT:

فى النظام ده بنستخدم بريكرات ال Residual current devices RCD و لازم يكون حساسية تيار الفصل بتاعها

$I\Delta n \leq 50/Ra$

ال Ra مقاومة نظام الارضى

و عشان نحافظ على ان جهد اللمس لا يتعدى قيمة ال Limit Voltage للى هى 50 او 25 فولت لازم تكون قيمة ال Ra لا تتتعدى القيم الموجودة بالجدول رقم 8 عند قيم ال IΔn المحسوبة

ويمكن حساب زمن الفصل ال Maximum Breaking Time فى حالة نظام ال IT من جدول رقم 9.

مثال: فى احد المبانى كانت مقاومة الارضى لنظام التوزيع Ra = 20 اوم وتيار الخطأ الارضى If = 7.7 امبير فهل فى هذه الحالة هناك خطورة على الاشخاص من التلامس الغير مباشر ام لا واحسب الحساسية المطلوبة لبريكر ال RCD وزمن الفصل المناسب؟

الحل:

جهد الخطأ = If * Ra = 7.7 * 20 = 154 فولت .... وهى قيمة اكبر من ال ل Limit Voltage وبيكون فيه خطورة على الاشخاص من التلامس الغير مباشر

وفى المثال ده هنلاقى:

$I\Delta n = 50/Ra = 50/20 = 2.5\ A$

ومن جدول رقم 8 بنلاقى اننا ممكن نستخدم بريكر بحساسية 300 ma واللى بيغطى مقاومة ارضى لحد 166 اوم

ومن جدول رقم 9 بنلاقى ان زمن الفصل المناسب 20 ms مع جهد فاز يساوى 220 فولت

ثانيا نظام ال TN:

فى هذا النظام غالبا ما يتم استخدام البريكرات العادية للحماية وذلك بعد تحديد قيمة تيار الشورت سيركت كما فعلنا فى الخطوة السابعة و الخطوة الثامنة

اما بالنسبة لحساب زمن الفصل ال Maximum Breaking Time فى حالة نظام ال TN فعندنا حالتين:

الحالة الاولى : اذا كان البريكر اقل من او يساوى 63 امبير و كان قيمة تيار الدائرة اقل من 32 امبير ففى الحالة دى ممكن يكون زمن الفصل ال Maximum Breaking Time يساوى 5 ثوانى

الحالة الثانية: اذا كان قيمة البريكر او قيمة التيار المار فى الدائرة غير ما هو منصوص عليه فى الحالة الاولى فاحنا بنحسب زمن الفصل ال Maximum Breaking Time من جدول رقم 10

ثالثا نظام ال IT:

فى هذا النظام عندنا حالتين ال First fault وال Second fault

اولا فى حالة ال First fault :

بيكون عندنا معاوقة كبيرة فى الدائرة بتخلى ال fault current قليل جدا فمش بيفصل بريكرات الحماية .. كمان بنلاقى ان جهد اللمس بيكون اقل من ال Limit Voltage فمش بيقا فيه خطر على البشر

ثانيا فى حالة ال Second fault:

فى حالة حدوث ال Second fault بيكون عندنا احتمالين:

الاحتمال الاول: كل الاجسام المعدنية متوصلة معا بسلك ارضى

الاحتمال الثانى: كل الاجسام المعدنية غير متصلة معا لكن كل مجموعة متصلة ببئر ارضى منفصل

فى الاحتمال الاول بيكون تيار ال fault كبير و عشان كده يتم استخدام البريكرات العادية للحماية وذلك بعد تحديد قيمة تيار الشورت سيركت كما فعلنا فى الخطوة السابعة و الخطوة الثامنة

فى الاحتمال التانى بيكون تيار ال fault صغير وعشان كده بنستخدم ال RCD للحماية وبيتم فى الحالة دى اختيار ال RCD زى ما عملنا فى نظام ال TT بالظبط وبيتم وضع RCD منفصل لكل مجموعة منفصلة

Fig. F25a – Maximum circuit lengths (in metres) for different sizes of copper conductor and instantaneous-tripping-current settings for industrial circuit breakers (IEC 60947-2) in 230/400 V TN system with m = 1

جدول رقم 1

Nominal cross- sectional area of conductors	Instantaneous or short-time-delayed CB tripping current setting Im (amperes)															
mm^2	50	63	80	100	125	160	200	250	320	400	500	560	630	700	800	875
1.5	100	79	63	50	40	31	25	20	16	13	10	9	8	7	6	6
2.5	167	133	104	83	67	52	42	33	26	21	17	15	13	12	10	10
4	267	212	167	133	107	83	67	53	42	33	27	24	21	19	17	15
6	400	317	250	200	160	125	100	80	63	50	40	36	32	29	25	23
10			417	333	267	208	167	133	104	83	67	60	53	48	42	38
16					427	333	267	213	167	133	107	95	85	76	67	61
25							417	333	260	208	167	149	132	119	104	95
35								467	365	292	233	208	185	167	146	133
50									495	396	317	283	251	226	198	181
70												417	370	333	292	267
95														452	396	362
120																457

Note: this table is calculated according to IEC60947-2, thus includes a 20% tolerance on the actual tripping current compared to the circuit breaker tripping setting (see upper note)

Fig. F25b – Maximum circuit lengths (in metres) for different sizes of copper conductor and instantaneous-tripping-current settings for industrial circuit breakers (IEC 60947-2) in 230/400 V TN system with m = 1

جدول رقم 2

Nominal cross- sectional area of conductors	Instantaneous or short-time-delayed CB tripping current setting Im (amperes)												
mm^2	1000	1120	1250	1600	2000	2500	3200	4000	5000	6300	8000	10000	12500
1.5	5	4	4										
2.5	8	7	7	5	4								
4	13	12	11	8	7	5	4						
6	20	18	16	13	10	8	6	5	4				
10	33	30	27	21	17	13	10	8	7	5	4		
16	53	48	43	33	27	21	17	13	11	8	7	5	4
25	83	74	67	52	42	33	26	21	17	13	10	8	7
35	117	104	93	73	58	47	36	29	23	19	15	12	9
50	158	141	127	99	79	63	49	40	32	25	20	16	13
70	233	208	187	146	117	93	73	58	47	37	29	23	19
95	317	283	263	198	158	127	99	79	63	50	40	32	25
120	400	357	320	250	200	160	125	100	80	63	50	40	32
150	435	388	348	272	217	174	136	109	87	69	54	43	35
185		459	411	321	257	206	161	128	103	82	64	51	41
240				400	320	256	200	160	128	102	80	64	51

Note: this table is calculated according to IEC60947-2, thus includes a 20% tolerance on the actual tripping current compared to the circuit breaker tripping setting (see upper note)

Fig. F26 – Maximum circuit lengths (in metres) for different sizes of copper conductor and rated currents for type B[2] domestic circuit breakers (IEC 60898) in a 230/400 V single-phase or three-phase TN system with m = 1

جدول رقم 3

Sph	Rated current (A)															
mm^2	1	2	3	4	6	10	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125
1.5	1200	600	400	300	200	120	75	60	48	37	30	24	19	15	12	10
2.5		1000	666	500	333	200	125	100	80	62	50	40	32	25	20	16
4			1066	800	533	320	200	160	128	100	80	64	51	40	32	26
6				1200	800	480	300	240	192	150	120	96	76	60	48	38
10						800	500	400	320	250	200	160	127	100	80	64
16							800	640	512	400	320	256	203	160	128	102
25									800	625	500	400	317	250	200	160
35										875	700	560	444	350	280	224
50												760	603	475	380	304

Fig. F27 – Maximum circuit lengths (in metres) for different sizes of copper conductor and rated currents for type C[2] domestic circuit breakers (IEC 60898) in a 230/400 V single-phase or three-phase TN system with m = 1

Sph	Rated current (A)															
mm^2	1	2	3	4	6	10	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125
1.5	600	300	200	150	100	60	37	30	24	18	15	12	9	7	6	5
2.5		500	333	250	167	100	62	50	40	31	25	20	16	12	10	8
4			533	400	267	160	100	80	64	50	40	32	25	20	16	13
6				600	400	240	150	120	96	75	60	48	38	30	24	19
10					677	400	250	200	160	125	100	80	63	50	40	32
16						640	400	320	256	200	160	128	101	80	64	51
25							625	500	400	312	250	200	159	125	100	80
35							875	700	560	437	350	280	222	175	140	112
50									760	594	475	380	301	237	190	152

جدول رقم 4

Fig. F28 – Maximum circuit lengths (in metres) for different sizes of copper conductor and rated currents for type D[2] domestic circuit breakers (IEC 60898) in a 230/400 V single-phase or three-phase TN system with m = 1

Sph	Rated current (A)															
mm^2	1	2	3	4	6	10	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125
1.5	429	214	143	107	71	43	27	21	17	13	11	9	7	5	4	3
2.5	714	357	238	179	119	71	45	36	29	22	18	14	11	9	7	6
4		571	381	286	190	114	71	57	46	36	29	23	18	14	11	9
6		857	571	429	286	171	107	86	69	54	43	34	27	21	17	14
10			952	714	476	286	179	143	114	89	71	57	45	36	29	23
16					762	457	286	229	183	143	114	91	73	57	46	37
25						714	446	357	286	223	179	143	113	89	71	57
35							625	500	400	313	250	200	159	125	100	80
50								679	543	424	339	271	215	170	136	109

جدول رقم 5

Fig. F24 – Correction factor to apply to the lengths given in tables **Fig. F25** to **Fig. F28** for TN systems

Circuit	Conductor material	m = Sph/SPE (or PEN)			
		m = 1	m = 2	m = 3	m = 4
3P + N or P + N	Copper	1	0.67	0.50	0.40
	Aluminium	0.62	0.42	0.31	0.25

جدول رقم 6

Fig. F40 – Correction factor to apply to the lengths given in tables Fig. F25 to Fig. F28 for IT systems

Circuit	Conductor material	m = Sph/SPE (or PEN)			
		m = 1	m = 2	m = 3	m = 4
3 phases	Copper	0.86	0.57	0.43	0.34
	Aluminium	0.54	0.36	0.27	0.21
3ph + N or 1ph + N	Copper	0.50	0.33	0.25	0.20
	Aluminium	0.31	0.21	0.16	0.12

جدول رقم 7

Fig. F12 – The upper limit of resistance for an installation earthing electrode which must not be exceeded, for given sensitivity levels of RCDs at U_L voltage limits of 50 V and 25 V

IΔn	Maximum resistance of the earth electrode	
	(50 V)	(25 V)
3 A	16 Ω	8 Ω
1 A	50 Ω	25 Ω
500 mA	100 Ω	50 Ω
300 mA	166 Ω	83 Ω
30 mA	1666 Ω	833 Ω

جدول رقم 8

Fig. F13 – Maximum disconnecting times in TT system for final circuits not exceeding 63 A with one or more socket-outlets, and 32 A supplying only fixed connected current-using equipment

Uo[a] (V AC)	T (s)
50 < Uo ≤ 120	0.3
120 < Uo ≤ 230	0.2
230 < Uo ≤ 400	0.07
Uo > 400	0.04

جدول رقم 9

a. ^ Uo is the nominal phase to earth voltage

Fig. F19 – Maximum disconnecting times in TN system for final circuits not exceeding 63 A with one or more socket-outlets, and 32 A supplying only fixed connected current-using equipment

Uo[a] (V AC)	T (s)
50 < Uo ≤ 120	0.8
120 < Uo ≤ 230	0.4
230 < Uo ≤ 400	0.2
Uo > 400	0.1

جدول رقم 10

a. ^ Uo is the nominal phase to earth voltage