عن اساسيات التصميم في التأسيسات الكهربائية وهبوط الفولتية في الكيبلات الكهربائية

اعداد المهندس : هوشيار انور واحد

دراسه وبحث استكمالا لمتطلبات الحصول

على درجة استشاري في ترتيب المستوى لدى نقابة المهندسين في اقليم كوردستان

ملخص البحث

البحث يتألف من جزئين الجزء الاول يتناول بعض الاسس النظرية والعلمية في كيفية التصميم في التأسيسات الكهربائية لاسيما في اختيار قواطع الحماية الكهربائية في لوحة التوزيع المؤلفة للدوائر الكهربائية معززة بجداول لبيان العلاقات الفيزيائية موضحة التغيرات الكمية في قيم التيار وكل حالة وكذلك التطرق الى العلاقات الرياضية الخاصة بكيفية اختيار الكيبلات او الموصلات الخاصة بها وبتألف مع قيم تيارات الحمل التقديرية لاجل السلامة المهنية وضمان ديمومة الاجهزة والمكونات الاساسية لهذا الجانب من العمل الكهربائي والذي العديد من الكهربائيين المهنيين والفنيين يجهلونه. ربما اغلب الاعمال في مجال التأسيسات الكهربائية اليوم يجري باسلوب تقليدي وبمجرد استنساخ لصيغ معينة دون ان يفهمه الكهربائي الفني ولا حتى المهندسين الكهربائيين العاملين في هذا المجال. الموضوع ربما يبدو بنظر البعض بسيطا ولكن لجهل العديد منا بمجريات الاسس النظرية والعلمية في هدا المجال يثير فضولي الى ان اجد من الضروري ان ابحث في هذا الموضوع ولو بصورة مبسطة. العديد منا لايجد ضعوبة ملحوظة في هذا المجال عندما يتعلق الامر بتأسيس منزل او وحدة سكنية بسيطة ولكن عندما يصل الامر الى بناء وتصميم تأسيسات لبناية كبيرة او مستشفى او مدرسة او حتى جامعة فهنا يلجأ اغلب المهندسين الى الاستنساخ والاستشارة من مهنيين اجانب بهذا الخصوص ويجدون انفسهم عاجزين عن الاقرار بمفردات ومكونات هذه الاعمال لجهلهم التام بهذه الاساسيات.

اما الجزء الثاني فهو عن هبوط الفولتية يتطرق الى انواع انخفاض الجهد المختلفه والمعالجات التي يستوجب القيام به في هدا القطاع نظرا الى الاستهلاك المفرط في استهلاك الطاقه وبصوره عشوائيه وغير علميه.

هذه الدراسه يفيد المهندسين الكهربائيين والفنيين على حد سواء في هذا المجال.

محتويات البحث

Innhold

ملخص البحث 1

محتويات البحث 2

الجزء الاول 3

التأسيسات الكهربائية 3

مقدمة 3

عن الكيبلات الكهربائية 3

المواد العازلة المستخدمة في صنع الكيبلات الكهربائية 3

نبذة عامة عن فحص الكابل في موقع العمل 4

طريقة النصب او وسط التمديد للكيبل 5

البيئة المار فيها الكابل 9

مثال على كيفية حساب العوامل المؤثرة على قيمة التيار في الكيبلات 12

القواطع الكهربائية للتيار في التأسيسات المنزلية 13

خصائص قواطع الحماية الاوتوماتيكية 13

في تصاميم التأسيسات الكهربائية 15

صندوق التوزيع لقواطع الحماية الاوتوماتيكي 16

الجزء الثاني 21

هبوط الفولتية في الكيبلات اكهربائية 21

مقدمة 21

مفهوم هبوط الفولتية 21

اسباب هبوط الفولتية 21

التوصيات والحلول المقترحة لمعالجة هبوط الفولتية 24

الخاتمة 25

المصادر 25

بسم الله الرحمن الرحيم

الجزء الاول

التأسيسات الكهربائية

مقدمة

في هذا الجزء سوف نتعرف على بعض المفاهيم اللازمة لحسابات التصميم في مجال التأسيسات الكهربائية وكيفية التعامل مع هذه المفردات . من ضمن هذه الحسابات كيفية اختيار السلك المناسب من حيث مساحة المقطع بالنسبة الى قواطع الحماية الكهربائية المستخدمة على ضوء تيار الحمل المحتمل في الخط الكهربائي ومن ثم تداول العمل لاجل اختيار القاطع الرئيسي في لوحة السيطرة للتأسيسات والحسابات اللازمة لذلك.كذلك التعرف على بعض الرموز الواجب العمل به في اختيار نوع التمديد والاخذ بالوسط المستخدم لذلك بنظر الاعتبار واعتبارات اخرى نأتي للحديث فيه. لاجل هذا سوف ابدأ بالحديث عن الاسلاك او بالاحرى الكيبلات الكهربائية والتطرق الى بعض المزايا الخاصة بها.

عن الكيبلات الكهربائية

السعة الامبيرية للكابل (Current carrying capacity)

عن التيار القياسي والمعدل للسلك او الكابل الكهربائي

التيار القياسي هو اقصى تيار يتحمله السلك الكهربائي بصورة دائمية دون ارتفاع ملحوظ لدرجات الحرارة بحيث لايتأثر او يقصر من عمر المواد العازلة المستخدمة فيها لعزل السلك الكهربائي مثلا (PVC, PEX, XLPE)،بعبارة اخرى التيارالقياسي هوالتيار الذي يضمن عمر السلك والمواد العازلة المستخدم لزمن مناسب دون التأثر الحراري الناجم عن مرور هذا التيار في ظروف العمل العادي.

اما التيار المعدل

ان تحمل اي كابل او سلك موصل للتيار يختلف باختلاف السمك بالدرجة الاولى ثم بمجموعة معاملات يتباين درجة تأثيرها تبعا لعوامل عدة منها المادة العازلة المسخدمة لحماية السلك في الكابل و ظروف اخرى منها طريقة النصب او التمديد وكذلك مدى تعرضه للحرارة والوسط المار فيها وعدد الكيبلات الممدودة معها في النصب. حيث التيار المعدل هذا يرمز له في بحثنا بالرمز (I_Z).

التيار المعدل = التيار القياسي x معاملات التصحيح

المواد العازلة المستخدمة في صنع الكيبلات الكهربائية

هناك عدة انواع من المواد العازلة واللذي دخل مجال تصنيع الكيبلات واللذي يدخل كعامل مهم في مزايا الكيبلات الكهربائية ودرجة الحرارة القصوى اللذي يتحمله... نذكر منها ماهو متداول بصورة عامة.من هذه المواد فمثلا في ظروف التشغيل القياسية تكون درجة الحرارة لكل من الكابلات المعزولة بالبولي اثيلين المتشابك (PEX or EPR) بحدود ٩٠ درجة مئوية وكلوريد البولي ڤينيل (PVC) ٧٠ درجة مئوية وهذا فقط في ظروف التشغيل القياسية او عندما درجة حرارة الوسط في الهواء في حدود (٣٠ درجة مئوية) وفي حال النصب تحت الارض ٢٥ درجة مئوية والكابل بمفرده.

اما عندما تختلف درجة حرارة المحيط او يكون الكابل الكهربائي تم تمريره في داخل ماسوره بلاستيكيه او تحت السمنت او مع اعداد اخرى من الكيبلات حينها نستخدم معامل تصحيح لمثل هذه الحالات مضروبا بالقيم القياسيه والتصميميه لهذه الكيبلات كل حسب سمكه و نوعه واللذي نسمية هنا بالتيار المعدل كما ذكرت اعلاه .. حيث مقدار التبادل الحراري لمثل هده الظروف يخلق هذه الاختلافات وبالتالي يستوجب استعمال هذه المعاملات التصحيحيه للكيبلات.واليكم هذه المعاملات

- عامل الوسط وفيه يحدد نوع البيئة او الوسط الذي يتم فيه التمديد او التركيب او النصب ويرمز له برمز (A,B,C,D,E,F,G …) كما في الجداول ادناه وفيما بعد نتابع هذا الرمز في جداول التيار القياسي لنوع وسمك او قطر السلك لايجاد القيمة الفعلية التي يعمل فيها الكيبل باحسن وجه.
- عامل المجموعة ويتعلق عامل التصحيح في هذه الحالة على عدد الكيبلات المجاوره للكيبل المعني في مساره من المصدر الى الحمل سواء في حال نصب الكيبل بالتعليق او مدفونا في وسط ما.
- عامل درجة حرارة الوسط (Ambient Temperature)

حيث كما ذكرت انفا يجب الاخذ بهذه العوامل التصحيحيه بنظر الاعتبار عند حساب التيار في الكيبل او الموصل.

التيار المعدل = التيار القياسي x معاملات التصحيح

تحتاج عملية نصب الكيبلات وخاصة المستخدمة فيها مواد عزل مثل (PVC)الى احتياطات خاصة لتجنب تلفه توجز فيما يلي..

- الا يتم تركيب الكابلات التي تدخل مادة ال PVC في مكوناتها في الاجواء شديدة البرودة حيث يجعل العازل شديدة القصافة ويميل الى التخشب ومن ثم تعرضه للشروخ والتفطر مما يتسبب في فقد وظيفته كعازل لحماية السلك او الكيبل.
- عدم وجود اركان حادة في مسار مد الكيبل داخل الحفرة لانها تتسبب في اتلاف الكابل اثناء سحبه داخل المجرى ويستحسن وضع رولات لسهولة انزلاق الكيبل.
- عدم تعريض الكابل لقوى شد او ثني اكثر من المسموح بها اثناء عملية نصبه.
- احكام قفل نهايات الكابل لمنع دخول الماء او الرطوبة الى داخله وخاصة اذا كان الكابل منصوبا في بيئة معرضة للمياه.

نبذة عامة عن فحص الكابل في موقع العمل

رغم ان معظم الفحوصات الخاصة بالكيبلات يتم في المصنع، الا انه يجب اجراء الفحوصات عند استلام الكيبل في الموقع قبل وبعد التركيب او النصب. ومن اهم هذه الفحوصات

- الابعاد: سمك الكابل يتم قياس قطر الموصل بواسطة الميكروميتر ومن ثم نستخرج مساحة المقطع للدائرة وتساوى (مربع نصف القطر x النسبة الثابتة π) وكذلك نحسب سمك العزل والغلاف وباقي مكونات الكيبل بعناية تامة عند الاستلام ويستعمل في ذلك مقياس تسمى بأل (Vernier) خاصة لحساب سمك الغلاف وعمق الحشو.
- مقاومة وسعة العازل : يتم قياس مقاومة العازل المستخدم وسعته باستخدام اجهزة وطرق القياس العاديه ويمكن اجراء هذا الاختبار بسهوله لقياس المقاومة بين الموصل والغلاف وبين الموصل والارض بواسطة الميگر (Megger) ويمكن اجراء هذا القياس بعد التركيب ثم بعد التشغيل .
- اختبار الجهد العالي : يتم هذا الاختبار بتسليط جهد كهربائي على الكابل ثم رفع هذا الجهد حتى اربعة امثال جهد العزل المقنن بأستخدام جهد ثابت او جهد متردد ويفضل استخدام الجهد الثابت وخاصة بعد عملية تركيب الكابل.

كما ذكرت انفا ان هناك عوامل وظروف عدة يجب الاخذ به في حال حساب قدرة و سعة الكيبل الكهربي في مدى تحمل التيار المار فيه ومنها مايلي

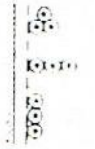
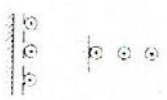
طريقة النصب او وسط التمديد للكيبل

يمكن ان يدفن الكيبل في الارض مباشرة او في داخل مجاري كما يمكن تمديده على رفوف او داخل ماسورات وانابيب بلاستيكية او حوامل تراي حديدية . في جميع هذه الحالات يجب معرفة الحيز اللذي يمرر فيه الكيبلات ومدى تقاربها من بعضها البعض حيث هناك مفاقيد تحدث نتيجة ظاهرة التأثير السطحي (Skin effect) وكذلك خاصية التأثير المجاور (Proximity effect) وهناك التيارات الدوامية التي تمر في الاغلفة المعدنية للكيبلات نتيجة الفيض المغناطيسي المتغير. كل ذلك يزيد من صعوبة مرور الشحنات الكهربائية داخل الكيبل وبالنتيجة زيادة حرارة الكيبل.

عند البدء بالتصميم للتأسيسات يجب ان نحدد الوسط والطريقة التي يجري بها تأسيس او تمديد الكابلات والموصلات فيها.

اليكم بعض الجداول لتوضيح ذلك .

جدول رقم١ لتوضيح بعض الطرق المتداولة للنصب في التأسيسات للكابلات الكهربائية.

• كيبلات معدودة في جدران معزولة. • موصلات معزولة في قنوات مغلقه. • كيبلات او موصلات عديدة في ماسورات او انابيب في جدران معزولة.	A	A)موصلات معزولة في انابيب على جدار معزول.
• موصلات معزولة او كيبلات في قنوات بغطاء. • موصلات معزولة في ماسورات في قنوات مشبكة بالجدران قرب الارضي. • كيبلات او موصلات في جدران تحت السطح (اللبخ) الخارجي.	B	B)موصلات معزولة في ماسورات او انابيب على جدار غير معزول.
• كيبلات منصوبة في الجدران، السقف. • كيبلات متعدد الموصلات في قنوات مفتوحة او مشبكة اي مثقبة.	C	C)كابلات متعدد النواة (موصلات) منصوبة على الجدار
• كيبلات او كيبل في قنوات (انابيب) تحت الارض .	D	D)كابلات متعدد النواة في قنفات تحت الارض.
• كيبلات مثبتة وممدودة على بعد ٣٠ سم من الجدار	E	كابلات ثنائي النواة مثبت على بعد ٠،٣مرة بسمك الكابل
• موضح مع الشكل.	F	كابلات احادي النواة مربوطة معا وعلى بعد مرة واحدة بسمك اكبر كابل في المجموعة. 
• كيبلات عدة بفواصل بقدر قطر الكابل على الاقل فيما بينها.	G	

• كيبلات معدودة مع بعض بدون فواصل على جسور بفاصلة ٢سم على الاقل من الجدار.		
كيبلات معدودة عمودية الترتيب مع بعض بفاصلة ٢سم على الاقل كما في الشكل.		

بعد اختيار طريقة التأسيس وبعد اختيار تيار الحمل للخط المطلوب نأتي للبحث في تحديد نوع وسمك الكابل او الموصلات المستخدمة لذلك عن طريق جداول اخرى تحدد قدرة الموصلات للتيار المار .. اليكم بعض هذه المقادير موضحة في الجداول التالية.

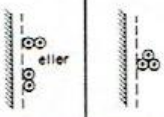
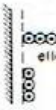
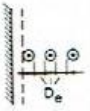
جدول رقم (٢) – يبين قيم التيار لموصلات او كابلات متعددة القلب (ذو موصلين واخرى ذو ثلاث موصلات او اسلاك) وبمواد عزل تارة PVC واخرى PEX. وحسب مساحة مقطع الاسلاك(سمك) للنحاس والالمنيوم و بطرق تمديد او نصب A,B,C والمذكورة في الجدول السابق اعلاه..

Forlegn. måte	Antall strømførende ledere/isolasjonsmateriale							
A	3/PVC	2/PVC		3/PEX	2/PEX			
B			3/PVC	2/PVC	3/PEX		2/PEX	
C				3/PVC	2/PVC	3/PEX		2/PEX
Nominelt leder-tverrsnitt mm² Cu								
1,0	11	11	12	13	15	17	18	19
1,5	13	15	16	17	19	22	23	24
2,5	18	20	21	23	25	30	32	33
4	24	26	28	31	34	40	42	45
6	31	34	36	40	43	52	54	58
10	42	46	50	54	60	71	75	80
16	56	61	68	73	80	96	100	107
25	73	80	89	95	101	119	127	138
35				117	126	147	157	171
50				141	153	179	192	210
70				179	196	229	246	269
95				216	238	278	298	328
120				249	276	322	346	382
150				285	318	371	399	441
185				324	362	424	456	505
240				380	424	500	538	599
mm² Al								
16	43	48	53	58	66	76	79	84
2.	57	63	69	76	78	89	97	101
50				113	117	135	147	154
95				171	182	210	227	241
150				226	245	282	302	324
240				300	330	380	409	439

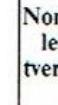
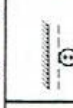
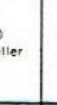
جدول رقم (٣) قيم التيار لطريقة التمديد D (ممدود تحت الارض) لكل مساحة مقطع لاسلاك النحاس والالمنيوم وبمواد وعزل PVC واخرى PEX .

Nominelt leder-tverrsnitt	Antall strømf. ledere/isol.materiale			
	2/PVC	3/PVC	2/PEX	3/PEX
mm² Cu				
1,0	18	15	21	18
1,5	22	18	26	22
2,5	29	24	34	29
4	38	31	44	37
6	47	39	56	46
10	63	52	73	61
16	81	67	95	79
25	104	86	121	101
35	125	103	146	122
50	148	122	173	144
70	183	151	213	178
95	216	179	252	211
120	246	203	287	240
150	278	230	324	271
185	312	257	363	304
240	360	297	419	351
300	407	336	474	396
mm² Al				
16	62	52	73	61
25	80	66	93	78
50	113	94	132	112
95	166	138	193	164
150	213	178	249	210
240	277	230	321	272

جدول رقم (٤) لقيم التيار مع استخدام PEX او EPR كمواد عازلة للموصلات وباوضاع وطرق نصب متنوعة (E,F,G) كما مبين ادناه.

Nominelt leder-tverrsnitt	Flerlederkabel og bevegel. ledn.		Enlederkabel				
	2 strøm-førende ledere	3 strøm-førende ledere	2 enkle ledere	3 enkle ledere trekant forlegn.	3 enkle ledere, flat forlegning		
					Berører hverandre	Horison-talt	Verti-kalt
	E	E	F	F	F	G	G
							
mm² Cu							
1,0	19	17	-	-	-	-	-
1,5	26	23	-	-	-	-	-
2,5	36	32	-	-	-	-	-
4	49	42	-	-	-	-	-
6	63	54	-	-	-	-	-
10	86	75	-	-	-	-	-
16	115	100	-	-	-	-	-
25	149	127	161	135	141	182	161
35	185	157	200	169	176	226	201
50	225	192	242	207	215	275	246
70	289	246	310	268	279	353	318
95	352	298	377	328	341	430	389
120	410	346	437	382	399	500	454
150	473	399	504	443	462	577	527
185	542	456	575	509	531	661	605
240	641	538	679	604	631	781	719
300	741	620	783	699	731	902	833
400	-	-	940	839	880	1085	1008
500	-	-	1083	958	1006	1253	1169
630	-	-	1254	1077	1117	1454	1362
mm² Al							
16	91	77	-	-	-	-	-
25	108	97	121	103	107	138	122
50	164	147	184	159	165	210	188
95	257	227	289	253	264	322	300
150	346	302	389	343	358	448	408
240	470	409	530	471	492	611	561
400	-	-	740	663	694	856	792
630	-	-	996	899	942	1178	1077

جدول رقم (٥)لقيم التيار مع استخدام PVC كمواد عازلة للموصلات وباوضاع وطرق نصب متنوعة (E,F,G) كما مبين ادناه.

Nominelt leder-tverrsnitt	Flerlederkabel og bevegel. ledn.		Enlederkabel				
	2 strøm-førende ledere	3 strøm-førende ledere	2 enkle ledere	3 enkle ledere trekant forlegn.	3 enkle ledere, flat forlegning		
					Berører hverandre	Horison-talt	Verti-kalt
	E	E	F	F	F	G	G
							
mm² Cu							
0,75	10	8	-	-	-	-	-
1,0	15	13	-	-	-	-	-
1,5	22	19	-	-	-	-	-
2,5	30	25	-	-	-	-	-
4	40	34	-	-	-	-	-
6	51	43	-	-	-	-	-
10	70	60	-	-	-	-	-
16	94	80	-	-	-	-	-
25	119	101	131	110	114	146	130
35	148	126	162	137	143	181	162
50	181	153	196	167	174	219	197
70	232	196	251	216	225	281	254
95	282	238	304	264	275	341	311
120	328	276	352	307	320	396	362
150	379	319	406	356	371	456	419
185	434	364	463	407	426	521	480
240	513	430	546	482	504	615	569
300	594	497	629	556	582	709	659
400	-	-	754	664	698	852	795
500	-	-	868	757	797	982	920
630	-	-	1005	856	899	1138	1070
mm² Al							
16	73	61	-	-	-	-	-
25	89	78	98	84	87	112	99
50	135	117	149	128	133	169	152
95	210	182	235	203	212	265	241
150	282	245	316	274	287	356	326
240	380	330	430	375	392	482	447
400	-	-	600	526	552	671	629
630	-	-	808	710	746	900	852

البيئة المار فيها الكابل

قد يمر الكابل بمناطق ذات درجات حرارة مرتفعة وخصوصا في فصل الصيف مما يتطلب الاخذ بمعاملات حسابية بنظر الاعتبار في حال العمل في التصاميم الكهربائية . احيانا يتطلب اختيار كابلات بمواد عازلة وحماية خارجية جيدة يتضمن تسليح ميكانيكي جيد في التركيب او التصنيع واحيانا اخرى كابلات بمرونة عالية نظرا لتعرض مساره لانحناءات متكررة.

جدول رقم (٦) قيم معامل التصحيح الحراري لكابلات في حال النصب المكشوف او المعرضة لدرجة حرارة الجو.

55	50	45	40	35	30	25	درجة حرارة الهواء
0.65	0.76	0.83	0.93	1	1.07	1.13	PVC
0.8	0.85	0.9	0.95	1	1.04	1.09	XLPE

جدول رقم (٧) قيم معاملات تصحيح الحراري لكابلات ممددة او المدفونة تحت الارض بدرجات حرارة مختلفة.

55	50	45	40	35	30	25	درجة حرارة التربة
0.71	0.82	0.95	1	1.08	1.15	1.22	PVC
0.84	0.89	0.9	1	0.9	1.1	1.14	XLPE

في حال يكون الكابل منصوبا مع مجموعة اخرى من الكابلات فهناك ايضا معاملات تصحيح يجب اخذها بنظر الاعتبار لبيان ذلك هنا جداول مبسطة يبين تباين قيم معامل التصحيح لهذه الحالة باختلاف عدد الكابلات الممدودة مع بعض.

جدول رقم (٨) معامل التصحيح لمجاميع كابلات منصوبة على التوازي بصورة افقية واخرى عمودية.

عدد الكيبلات على الحامل					
more than 9	8 to 6	5 to 4	3	2	
0.7	0.72	0.75	0.78	0.85	معامل تصحيح للمجموعات الافقية
0.66	0.86	0.7	0.73	0.8	معامل تصحيح للمجموعات الرأسية

جدول رقم (٩) معامل التصحيح لمجاميع كابلات ممدودة معا على التوازي وبمسافات او فواصل متباينة فيما بينها. لاحظ الاختلاف.

المسافة بين الكيبلات						عدد الدوائر
spacing 30 cm		spacing15 cm		Touching		
trefoil	flat	trefoil	flat	trefoil	flat	
0.91	0.91	0.87	0.87	0.81	0.81	2
82	84	76	78	0.69	0.7	3
0.77	0.81	0.72	0.74	0.62	63	4
77	0.81	0.72	0.74	0.62	0.6	5
0.7	0.76	0.63	0.67	0.54	0.56	6

هنا جدول اخر يبين معامل التصحيح لكابلات منصوبة معا على التوازي كمجاميع وربما موضح بطريقة اخرى لما سبق ويمكن اسخدامها .. حيث المصادر متنوعة في هذا البحث ولكن الهدف يصب في نفس المسار بأن هناك معاملات لابد من الاخذ بها في هذه الحالات.

جدول رقم ١٠.. معامل التصحيح للكيبلات مع كيبلات مجاورة اوالمتوازية ..كذلك الحال لعدد من الخطوط الكهربائية.

	Arrangement (Kabler berører hverandre)	Antall kurser eller flerlederkabler												Anvendes i forbindelse med referanse-installasjons-metode:
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16	20	
1	Kabler i bunt i luft, på en overflate, innstøpt eller innkapslet	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,45	0,41	0,38	Tabell 52A-2 til Tabell 52A-13 Metodene A til F
2	Enkelt lag på vegg, gulv eller på uperforert bro	1,00	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70	Ingen ytterligere reduksjonsfaktor for mer enn ni kurser eller flerlederkabler			Tabell 52A-2 til Tabell 52A-7 Metode C
3	Enkelt lag festet direkte under en trehimling/tak	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61				
4	Enkelt lag på en horisontal eller vertikal perforert bro	1,00	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72	0,72				Tabell 52A-8 til Tabell 52A-13 Metodene E og F
5	Enkelt lag på kabelstige, knekter eller cleats etc.,	1,00	0,87	0,82	0,80	0,80	0,79	0,79	0,78	0,78				

اليكم ترجمة للجدول رقم١٠ اعلاه

طريقة النصب اوالتمديد للكابل	عدد الخطوط الموازية او الكابلات معا											
	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٢	١٦	٢٠
فـــي قنـــوات او ماســـورات غيـــر مدفونـــة طليقـــة للهواء	1	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,45	0,41	0.38
على الجدار	1	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0.70	يبقى معامل التصحيح كما هو في الحقل او العمود الاخير .. لايمكن تقليله اكثر.		
نصب تحت سقف ثانوى من الخشب	0.95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61			
نصب افقي او عمودي لمجوعة على كابل تراي	1,00	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72	0,72			
على جسور عمودية بين الطوابق ربما	1,00	0,87	0,82	0,80	0,80	0,79	0,79	0,78	0,78			

كل ماتم طرحه لحد الان هو لمعرفة قدرة تحمل الموصل او الكابل للتيار المار فيه دون عواقب او **نتائج قد يؤدي بتلف** المواد العازلة المستخدمة في الصنع و بعمر وكفاءة الموصل للتيار. من الجدير بالذكر عن الكابلات الممدودة على التوازي لايحتسب معامل التصحيح **للثغرات** المعمولة بين الجدران في البنايات وكذلك عندما يكون طول التوازي بين الكابلات اقل **من متر واحد.**

ويمكن ايجاز ماذكر بالعلاقة التالية التيار المعدل = التيار القياسي x معاملات التصحيح . $I_z = I.k_t.k_p$

بعد اختيار الوسط الذي يتم فيه نصب الكابلات الكهربائية ايا كان فيتم اختيار التيار القياسى من الجداول المعنية بذلك والمذكورة عن قسم منها اعلاه ... ومن ثم تحيد احتمالية درجة الحرارة للبيئة التي يعمل فيها الكابل وربما يجب الاخذ بحرارة الصيف عندنا في الشرق الاوسط وكذلك عدد الكابلات الممدودة معها حاليا وحتى المحتملة وضعها مستقبلا لاجل توخي الحذر في ذلك .. وخصوصا اذا كان هناك احتمالية نصب عدة كابلات معا في المستقبل مع الكابل الحالي .

I_z= I.k_t.k_p.

k_t = معامل التصحيح الحراري

k_p = معامل التصحيح لمجموعة الكيبلات الممدودة معا على التوازي

مثال على كيفية حساب العوامل المؤثرة على قيمة التيار في الكيبلات

لنأخذ على سبيل المثال كيبل PVC **بمساحة مقطع** (3*95+ 50 mm²) وان يكون الوسط الذي يمدد به الكيبل في ماسورة بلاستيكيه يكون على عمق متر تحت الارض. ويصل درجة حرارة الوسط في فصل الصيف الى 45 درجة مئوية.

بالرجوع الى جدول بيئة النصب نرى ان النصب تحت الارض وفي ماسوره بلاستيكية هو من فئة D وعليه نبحث عن **العمود** الذي نجد فيه قيمة التيار القياسي في الجدول **رقم** (٢) وهو 179 امبير بينما معامل التصحيح لدرجة حرارة التربة **حسب جدول رقم** (٦) هو ٠ر٩٥ ولنفرض انها ممدودة مع كابل **اخر المسافة** المتوازية بينهما ٣٠ سم .. في هذا الحال نبحث **في الجدول رقم** (٨) والقيمة هنا ٠ر٩١ كما مبين.

لحساب معدل التيار المار بصورة مستمرة في الكابل دون ان يعكس تأثيرات سلبية على المادة العازلة وعلى عمر الكابل يكون الجواب حسب المعادلة الانفة الذكر كما يلى

التيار المعدل = ١٧٩ * ٠ر٩٥ * ٠ر٩١ = ١٥٥ امبير

مثل اخر

في هذا المثال نحسب معدل التيار لكيبل رئيسي بموصلين **المادة العازلة** نوع PVC **وسمك او مساحة مقطع** $10\,mm^2$ يمتد من القاطع الرئيسي لوحدة سكنية الى لوحة التوزيع حيث القواطع الاوتوماتيكية لخطوط التجهيز لاجزاء الدائرة الكهربائية في المسكن.

لهدا الغرض اولا نجد ان الكيبل ممدود من القاطع الرئيسي الى لوحة التقسيم او التوزيع ولربما بطول بضعة عشرات السنتيمترات او ربما لمتر او مترين ولبحث نوع او طريقة التاسيس نفترض انها معلقة بالجدار فيكون نوع النصب (B- موصلات معزولة في انابيب على جدار غير معزول) ومن جدول قيم التيار نجد ان التيار المقرر او المقنن له ٥٤ امبير . ونعتبر ان الكيبل في مكان معرض لحرارة الصيف الى حدود ٤٠ درجة مئوية وبما انه كيبل تغذية من قاطع حماية الى خطوط توزيع الجوزات او القواطع الثانوية في لوحة التوزيع فسوف يكون بمفرده.

من جدول رقم (6) لتغير درجات الحرارة في الهواء نجد معامل التصحيح والذي مقداره 0.93 .

فيكون معدل التيار لهذا الكابل كما يلي

I_z= I.k_t.k_p = 54x0.93 = 50 Amp .

وبعد ايجاد التيار **المعدل** والذي يضمن صلاحية الكيبل لعمر زمني طويل ودون تلف للعزل المستخدم. **والان** يجب **بحث** كيفية التنسيق بين القاطع الاوتوماتيكي الرئيسي لهذه الوحدة السكنية و تيار الحمل المتوقع **للاستهلاك ولكن** قبل هذا لابد من اعطاء فكرة على كيفية عمل القواطع الكهربائية واللذي يجهله اغلب المهندسين الكهربائيين العاملين في هذا الحقل.

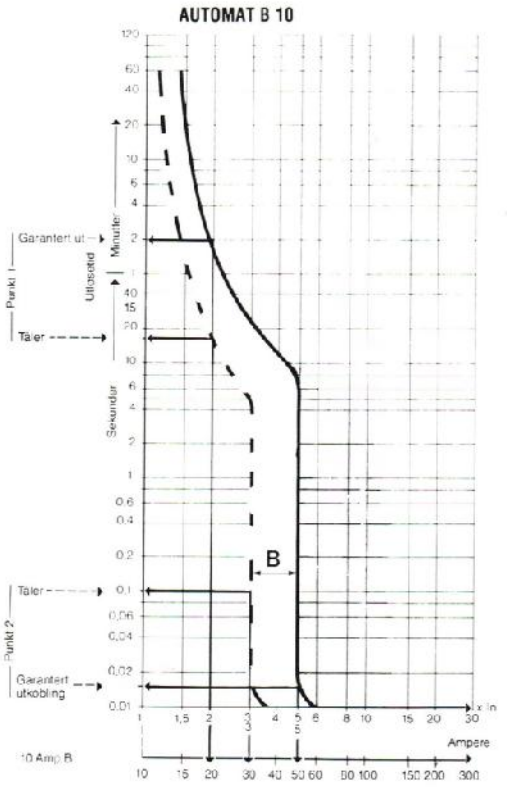
القواطع الكهربائية للتيار في التأسيسات المنزلية

قبل كل شئ يجب ان نذكر بأن لدينا نوعان رئيسيان من القواطع عندما يتعلق الامر بقواطع التأسيسات الكهربائية في الابنية والمنازل. وهو قواطع تيار القصر وهو مايسمى بالمصهرات (Patron) وعادة تستخدم بعد المأخذ من وحدة القياس او الساعة الكهربائية.. والاخرى القواطع الاوتوماتيكية المركبة وهي تعمل على حماية الدائرة الكهربائية الملقاة على عاتقها من تيار القصر (short circiut) وكذلك تيار الحمل الزائد (Over Load) وفي هذا الحال يمكن وضع الاخيرة حيثما يستوجب وضعه في الدائرة اذا كان عملها فقط حماية الدائرة من التيار الزائد بينما اذا تطلب حمل الدائرة حماية دائرة القصر ايضا فحينها يوضع عند مأخذ القوة من المصدر الا وهو بعد مخرج الساعة الكهربائية وربما بعد المصهر المذكور هنا في حال التأسيسات.

خصائص قواطع الحماية الاوتوماتيكية

حيث لكل شركة منتجة للقواطع الاوتوماتيكية بيانات للخصائص الكهربائيه يتم فيه البت بمعلومات يجب الاخذ بها في حال التصاميم الكهربائية ومن هذه الخصائص العلمية والضرورية هو الخصائص الحرارية والتي فيها يتحدد قيم الفصل الحراري ويرمز له (I_2) وهو قيم الفصل عن الحمل الزائد خلال اقل من ساعة واحدة واخرى يدعى الخصائص الكهرومغناطيسي وقيم الفصل هنا يرمز له (I_5) وهي القيمة التي يفصل عندها القاطع خلال 0,1 sec ولهذا منحنيات خصائص لكل قاطع اوتوماتيكي يجب الاخذ به والتعامل معه في حال استخدامه في التأسيسات الكهربائية.

وهذا منحنى خصائص لقاطع اوتوماتيكي صنف او نوع (B) بتيار مقرر له (10 Amp) والمستخدم في التطبيقات المنزلية ويأتي شرحه والحديث عنه تدريجيا.



Figur 5.10 Utløsekarakteristikk for for en 10 A automatsikring med B-karakteristikk ved en overbelastning på 20 A

عندما يتعلق الامر بأختيار قواطع الحماية الكهربائية الاوتوماتيكية اليكم نبذة مختصرة عن طريقة تعامل هذه القواطع مع قيم التيار. ولكن قبل ذلك لابد من تعريف بعض المفردات الواردة بهذا الخصوص.

I_b = هو تيار الحمل المحسوبة للخط او اللذي من المحتمل يستهلكه الدائرة الكهربائية والذي يحميه القاطع الاوتوماتيكي.

I_z = تيار الموصل.. هذا هو التيار المعدل الذي تم تداوله وحسابه في الفقرات اعلاه وهو مدى تحمل القابلو او السلك الموصل لمرور التيار بصوره مستمرة بعد الاخذ بظروف التأسيس او النصب وقد تم شرح ذلك ايضا فيما سبق في البحث.

I_n = تيار المقرر للقاطع الاوتوماتيكي والذي يضمن عمل القاطع بصورة عادية ومستمرة دون اي احماء او ردود فعل سلبية. تيار المقرر I_n هو التيار اللذي يعرف به الجوزة او القاطع الاوتوماتيكي في الاسواق فمثلا قاطع اوتوماتيك 16 A تيار المقرر له ١٦ امبير وهنا يجب السؤال عن صنف او نوع القاطع والذي يحبذ ان يكون من صنف (B) طالما الحديث عن التأسيسات الكهربائية في الوحدات السكنية والمنازل والسبب لما يتميز به هذا الصنف بانه سريع الفصل مع تيار البدء الذي لاحاجة لنا به في التطبيقات المنزلية وهذه الخاصية يجعله مألوفا للاحمال الاومية والتي يتصف بها الاجهزة المنزلية من مصابيح وربما هيترات تدفئة وماشابه.

معامل دائرة القصر للتيار (short circiut current) وفيه يبين قيمة التيار اللذي عنده يقوم الجوزة بمهام القطع الاني للتيار في حالة القصر في الخط المعني لهذا القاطع وفي غضون اقل من الثانية ويسمى بتيار القصرالادنى للجوزة وهذا التيار يرمز له (I_5) في المواصفات وحيث هذا الاخير اي (I_5) قيمته ايضا منسوبه الى بضع مرات من التيار المقرر فحيث يختلف هذه القيمة على ضوء نوع او صنف القاطع الاوتوماتيكي فمثلا نوع B وهذا النوع شائع للتأسيسات المنزلية كما ذكرت حينها فيكون I_5 = 5xI_n ويعني بأن الجوزة التي لها تيار I_n = ١٦ امبير سوف يكون لها I_5= ٨٠ امبير. وحيث لهذه القيم اهمية في حال حساب دائرة القصر الادنى (minimum short circiut) في الدائرة الكهربائية والتي تكون اقصى نقطة كهربائية يصلها الخط المربوط بالجوزة المعنية.. مثلا في حال ان هناك اربع نقاط من سويچ پلاك لهدا الخط فحينها نأخذ الاخيرة بنظر الاعتبار ونحسب لها قيمة التيار الادنى في حال القصر وهنا يأتي حسابنا لطول السلك المستخدم في الخط كجزء من الاجرائات الواجب الاخذ به.

لهذه الجوزات او القواطع الاوتوماتيكية خصوصيات اخرى يجب الاخذ بها .. فحيث هنا لكل نوع من انواع هذه القواطع الاوتوماتيكية تيار يظهر مدى تحمل الجوزة او القاطع للتيار فوق الحمل ويدعى (I_2) هذا هو التيار اللذي يتحمله الجوزة لمدة ساعة كاملة قبل ان يفصل الدائرة وقيمتها تكون منسوبه الى التيار المقرر للجوزة بمعامل يتجاوز مابين (1,25- 1,9) x التيار المقرر(I_n) هذه القيمة تتفاوت من مصنع الى اخر حسب مقتضيات الانتاج والصنع.

هنا جدول لبيان خصائص القطع لتيارات فوق الحمل لقواطع اوتوماتيكية مختلفة الاصناف وبرموز خاصة يميز ادائها اثناء العمل. ولكن بملاحظة مهمة بان لكل شركة جدول خصائص لمنتجاتها على الفني المطالبة بها لكي يتسنى له التعامل مع مفرداتها.

جدول رقم ١١

خصائص التيار لكل صنف للقاطع	اقصى تيار فوق الحمل	الوقت اللازم للفصل
B - I_n (all in)	1.45 I_n	1 hour
C - I_n (all in)	1.45 I_n	1 hour
D - I_n (all in)	1.45 I_n	1 hour
L - I_n (6-12)A	1.9 I_n	1 hour
L - I_n (16-25)A	1.75 I_n	1 hour
L - I_n (32-63)A	1.6 I_n	1 hour
U - I_n (6-12)A	1.9 I_n	1 hour
U - I_n (16-25)A	1.75 I_n	1 hour

في تصاميم التأسيسات الكهربائية

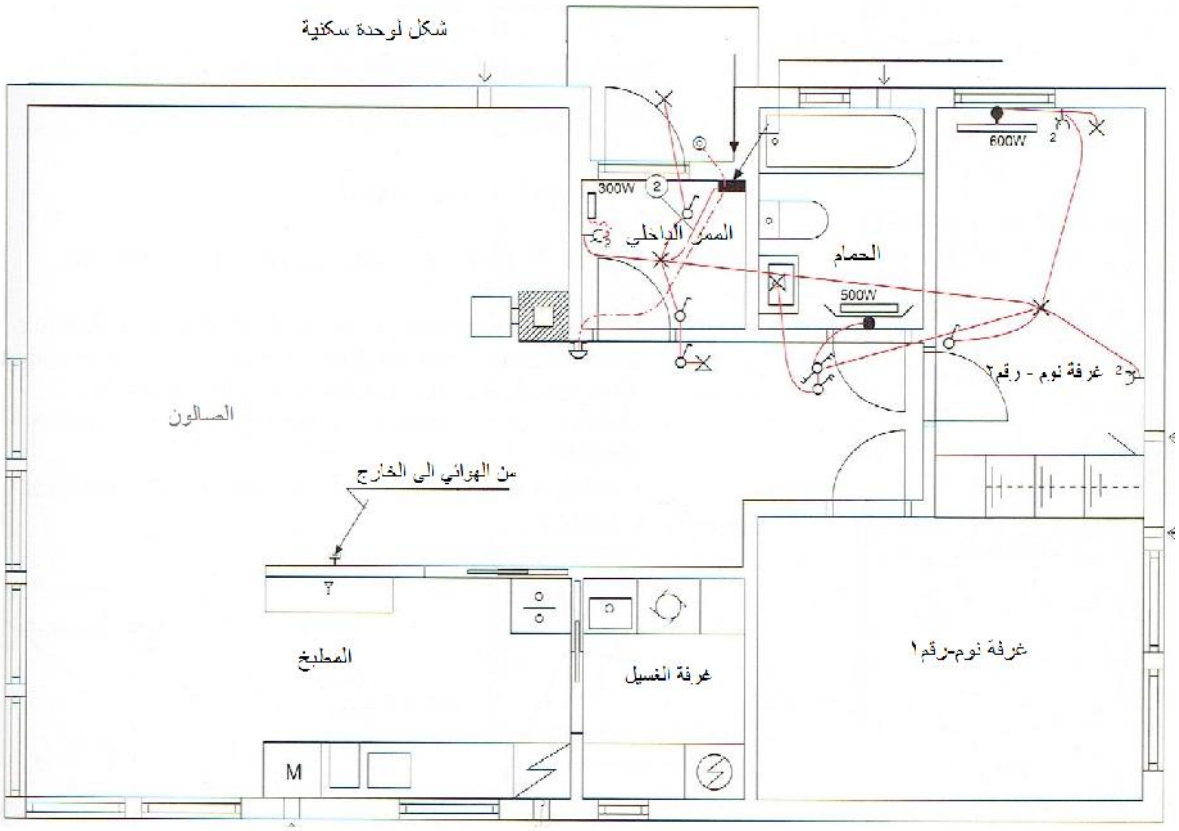
فهناك قاعدتان يبين العلاقة بين مفردات التيار يجب الاخذ به في حال العمل في تصاميم الابنية ويجب ان يتم **اثبات** صحتهما او على الاقل صحة احدهما عند الاخذ بمدى صلاحية الدائرة في التأسيسات الكهربائية المستخدم بالنسبة للتيار الزائد او ال (Over Load) وهي

- $I_b \leq I_n \leq I_z$ ..... العلاقة الاولى
- $I_2 \leq 1.45 I_z$ ..... العلاقة الثانية

في العلاقة الرياضية الثانية اعلاه هنا يذكر بان تيار **المعدل لتحمل السلك** I_z **مضروبة بالعدد** 1.45 يجب ان يكون اكبر من التيار I_2 **والذي ربما اي** I_2 يكون اقل من ($I_n x 1{,}45$) عند المصنع وعندها اذ ا كان الفرق حرجا بين العلاقة الاولى فلربما يخفق تحقيق البند الثاني $I_2 < 1.45 I_z$.

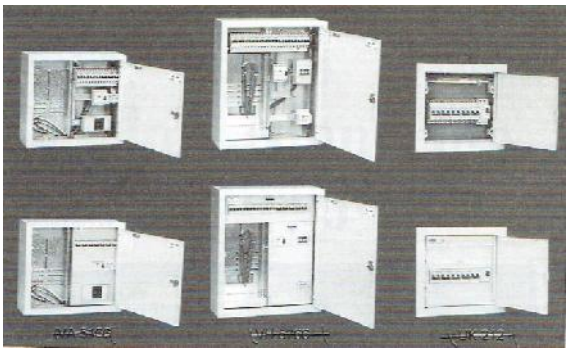
مثال على ماتم تداوله في البحث

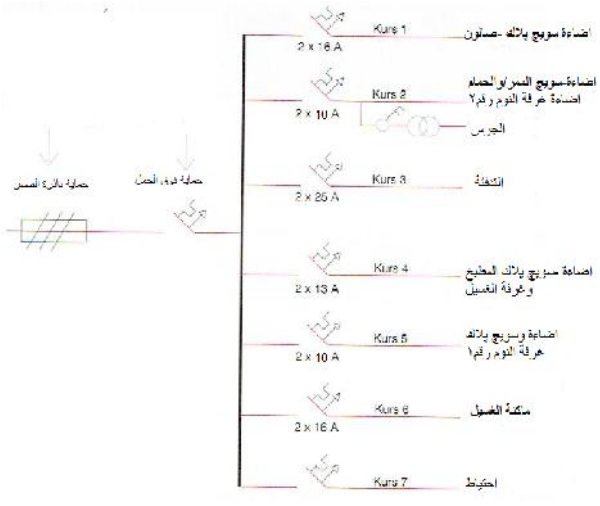
لاجل فهم ماسبق نأتي الى تأسيسات لوحدة سكنية على ضوء ماتقدم . لنفرض ان لدينا شكل لوحدة سكنية كما مبين في الخارطة السكنية ادناه ...



بعد التداول لنفرض اننا قررنا تقسيم الخطوط المغذية للدوائر الكهربائية في الوحدة السكنية على وحدات حماية او جوزات كهربائية كما يطلق عليه في العامية على نحو موجز كما في لوحة التوزيع التالية والذي يوضح لنا كل جزء **من الدائرة** الكهربائية في التأسيسات المنزلية بصورة مبسطة كما يلي ..

صندوق التوزيع لقواطع الحماية الاوتوماتيكي





لاجل حساب والاقرار على وحدة الحماية الرئيسية لحالة فوق الحمل (Oveload protection) في الدائرة الكهربائية نأتي لحساب وجمع هذه الوحدات الثانوية في لوحة التوزيع **اولا** ..

خط رقم ١ (kurs nr1). ١٦ امبير للاضاءة والسويچ پلاك في الصالون.

خط رقم٢ (kurs nr2). 13 امبير للحمام والممر الداخلي وغرفة النوم رقم٢.

خط رقم٣ (kurs nr3). 25 امبير للتدفئة.

خط رقم٤ (kurs nr4). 13 امبير للاضاءة والسويچ پلاك في المطبخ وغرفة الغسيل.

خط رقم٥ (kurs nr5). 10 امبير للاضاءة والسويچ پلاك في غرفة النوم رقم١.

خط رقم٦ (kurs nr6). 16 امبير للحمام والممر الداخلي وغرفة النوم رقم٢.

خط رقم٧ (kurs nr7). احتياط .

مجموع تيار الحمل لهذه الخطوط الفعالة يصبح ٩٣ امپير ولنفرض اننا توخينا الحذر وافترضنا ١٣ امپير اضافية لخط الاحتياط رقم٧ في المستقبل فيصبح المجموع ١٠٦ امپير.

هنا نتداول موضوع اخر وهو هل من الضروري احتساب هذه الخطوط وكانها محملة كاملة اي انها في حالة (Full load) بالطبع غير ممكن وغير تطبيقي. لذا يأخذنا هذا الموضوع للتطرق الى موضوع افتراض حالة الاستهلاك التزامني ويعرف ب(Samtidghets factor).

الاستهلاك التزامني لاجهزة الحماية من التيار في التأسيسات المنزلية (Samtidghets factor)

من المستبعد جدا ان يعمل كل خطوط الدوائر الكهربائية في الوحدة السكنية كلها في ان واحد وبتيار حمل كامل فهذا غير ممكن ولكن من الصعب ايضا تقدير ذلك بالشكل الامثل وربما يتسبب في ارباك المصمم او الفني العامل في هذا المجال اذا كان جديا ويحس بالمسؤولية اتجاه عمله وخصوصا في المشاريع الكبيرة في حال العمل لقرية سكنية باكملها والاقرار على **الحمل المحتمل** لكل المشروع.

ولاجل الاعمال البسيطة هناك جداول لارشاد الفنيين والمهندسين العاملين في هذا المجال اي التأسيسات الكهربائية ويمكن الاخذ بها كتوجيه وارشادات لكي يسهل على المصمم اتخاذ القرار بشأنه.

جدول رقم ١٢

مكاتب ودوائر صغيرة ومتوسطة الحجم	0,5 – 0,7
دوائر كبيرة والبنوك	0,7 -0,8
ماركيتات متوسطة وكبيرة الحجم	0,5 – 0,7
مخازن	0,7 -0,9
المدارس	0,6 – 0,9
مصانع الكيميائية	0,5 – 0,7
معامل للسمنت	0,8 – 0,9
معامل ومصانع اخرى	0,7 – 0,9
وحدات سكنية مع تدفئة	0,4 – 0,9

والان لنعود الى مثالنا او ماتم احتسابه كمجموع استهلاك التيار للوحدة السكنية من خلال قيم الجوزات المستخدمة في التأسيس وكان بعد التقدير لخط احتياطي اخر وهو الجوزه رقم٧ . فيكون الحاصل هنا حوالي ١٠٦ امپير كما مذكور سابقا. وهنا لتقدير الكابل المغذي الرئيسي والقاطع الاوتوماتيكي لفوق الحمل وللتقريب بين هذه القيم لتكون عملية او تطبيقية نستخدم عامل التصحيح لتزامن الاستهلاك ونعود الى الجدول اعلاه ويكون التخمين في حدود 0,4 مضروبة بقيمة التيار 106 Amp او حتى ربما اقل نظرا لصغر حجم الوحدة السكنية وحيث كما ذكرنا بان الجدول اعلاه مجرد للتوجية وليس الاخذ به حرفيا.ولنفترض اننا اخترنا 0,4 كعامل تصحيح للتيار فيكون الحاصل

106 x 0,4 = 41.6 Amp. For single fase.

في الحقيقة لانجد من استهلاك بهدا القدر في مثل هذه الوحدات وربما اكثر الخطوط في هذا التأسيس والذي يحتمل استهلاك عال للطاقة فيه هو خط التدفئة في المنزل. فأذن تيار الحمل (I_b) الكلي للدائرة يقدر في حدود 41 امپير.

لاجل اختيار كابل رئيسي وكذلك قاطع الحماية الرئيسي للوحة تقسيم او توزيع الخطوط لهذه الوحدة السكنية يجب الاخذ بالقاعدة التالية بنظر الاعتبار ..

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

هذا الكابل طالما يكون قصيرا وهو الواصل بين قاطع الحماية الرئيس وال (bas bar) لبقية اجزاء الدائرة الكهربائية فلا حاجة لنا لمعاملات التصحيح كلها وربما معامل التصحيح لدرجات الحرارة طالما الكابل قد يكون معرضا لدرجات حرارة الصيف ففترض ٤٠ درجة مئوية لذا على ضوء جدول رقم١ لانواع النصب يمكن ان نعتبر طريقة الربط بانه على الجدار من نوع (C) مناسب لهذه الحالة والكابل يكون نوع 2/PVC طالما عملنا يقتصر على خط ذات طور واحد فنختار كابل بسمك $10\ mm^2$ قيمة التيار له ٦٠ امپير او بسمك $16\ mm^2$ التيار له ٨٠ امپير. بينما يكون $k_p = 1$ و معامل التصحيح لجدول رقم٦ لدرجات الحرارة $k_t = 0.93$. من قيمة التيار المعدل I_z فيكون اختيارنا للكابل الاول $10\ mm^2$.

$I_z = I. K_p. K_t = 60x1x0.93 = 55$ Amp.

في هذا الحال يكون قاطع الحماية الرئيسي للدائرة يجب ان يكون اعلى من 41 امپير كتيار الحمل الكلي المخمن للدائرة واقل من 55 امپير كالتيار المقرر للكيبل بعد التصحيح على ضوء العلاقة المذكورة هنا.

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

لكن ماموجود في الاسواق هو اما قاطع حماية (40 A) او (63 A) وبما ان القيمة ٤١ امپير هو قيمة تخمينية فيمكن الاخذ بالاقرب وهو قاطع الحماية (40 A).

والان ندقق في صحة العلاقة الثانية وهو $I_2 \leq 1.45 I_Z$ لهذا الغرض نأخذ قاطع حماية نوع (B) ومن جدول رقم١١ نجد ان

$$I_2 \leq 1.45 I_Z$$

$$I_2 = 1.45\, I_n \leq 1.45\, I_Z$$

$$1.45x40 \leq 1.45x55$$

$$58 \leq 80$$

اذن العلاقة صحيحة ويضمن تحمل الكيبل في حال بلوغ تيار فوق الحمل في الدائرة الى ٥٨ امپير ولمدة ساعة واحدة لحين قطع او فصل قاطع الحماية الرئيسي للدائرة.

ولكن لنفرض اننا استخدمنا معامل تصحيح تزامني اعلى بدلا من o,4 وليكن اختيارنا الان من الجدول رقم١٢هو 0,5 مضروبا بالتيار الكلي المخمن ١٠٦ امپير مع التقديرات المستقبلية في هذه الدائرة فيكون التيار المصحح 53A وحينها يجب استبدال قاطع الحماية السابق بأخر مقداره 63A ففي هذا الحال نجد ان العلاقة الثانية لايمكن اثبات صحته مع الكابل المستخدم $(10mm^2)$

$1.45x63 \leq 1.45x55$ ..... يظهر بان العلاقة غير صحيحة في هذا الحال

ولهذا يجب الرجوع الى الجدول رقم ٢ ومن نفس العمود لكابل نوع 2/PVC وطريقة النصب (C) وتبديله بكابل $16mm^2$ بتيار ٨٠ امپير وحينها نكون قد ضمنا حماية الكابل في حال تيار فوق الحمل في دائرة القاطع.

$$80x1x0.93 = 84\ Amp$$

$$1.45x63 \leq 1.45x84$$

الحماية لدائرة القصر

حيث بما اننا اعتدنا في اغلب التأسيسات الكهربائية هنا في العراق بان نستخدم قاطع مصهر او فيوز فيجعلنا في غنى عن ذكر حالة القصر في قاتع الحماية الاوتوماتيكي والذي يتطلب جداول والتطرق الى موضوع يمكننا هنا حله بسهولة باستخدام المصهر او قاطع الحماية لدائرة القصر كما مرسوم في الشكل التخطيطي لصندوق الحماية.

في حال نصب الكيبلات لمسافة عدة امتار عن نقطة الاستهلاك.

والان لنفرض ان هذا الكابل يتم نصبه من الطابق السفلي والى الطابق العاشر ويجب استخدام 35m لحين الوصول الى لوحة توزيع الجوزات . مالذي يجب توخيه والحذر منه٠ بالطبع يجب حساب مدى هبوط الفولتية في هذا الحال والذي يجب ان لايتجاوز (4%) لحين نهاية الكيبل ...

العلاقة الرياضية التالية يبين لنا كيفية حساب هبوط الفولتية في كيبل او موصل

$$\Delta U_1 = \frac{P\rho l 12}{UA}$$

حيث ΔU هبوط الفولتية والقيمة $\frac{P}{U}$ يعني التيار المار وبما ان الدائرة الكهربائية المعنية هي لتأسيسات منزلية وحيث ليس هناك داعي لتحسب معامل تحسين القدرة والتي غالبا $\cos\theta = 1$ فيكون هذه القيمة في دائرتنا مساوية لقيمة التيار المخمن بحدود 50A في اقصى حالات الاستهلاك كافتراض.

وان ρ هو قيمة المقاومة النوعية للسلك والاخر l طول السلك و A سمك او مساحة مقطع السلك الموصل والعدد 1.2 هو معامل تصحيح للارتفاع المتوقع لدرجات الحرارة جراء مرور تيار عال . والان لطالما الحديث عن هبوط الفولتية فالجدول التالي يبين المقاومة النوعية للاسلاك كل حسب سمكه عند درجة حرارة الجو $20c^0$.

جدول رقم١٣ لمقاومة النوعية للاسلاك

Tabell over lederkonstanter ved 20 °C			
مساحة مقطع السلك [mm²]	مقاومية Cu [mΩ/m]	مقاومية Al [mΩ/m]	الممانعة [mΩ/m]
0,5	36,0		
0,75	24,5		
1,0	18,1		
1,5	12,1	-	0,106
2,5	7,41	-	0,100
4	4,61	-	0,100
6	3,08	-	0,094
10	1,83	-	0,091
16	1,15	1,91	0,085
25	0,727	1,20	0,079
35	0,524	-	0,075
50	0,387	0,64	0,075
70	0,268	-	0,075

حساب هبوط الفولتية في كابل $10mm^2$ في الحالة الاولى مع معامل التصحيح التزامني 0.4 في مثالنا مع تيار حمل تقديري 41Amp. حسب العلاقة الرياضية فنحصل على

$$\Delta U = 41x \frac{0018x35x12}{10} = 3.099 = 3.1 \text{ Volt}$$

ثم حساب هبوط الفولتية في كابل $16mm^2$ كالحالة الثانية مع معامل تصحيح التزامني 0.5 مع تيار حمل تقديري 53Amp في مثالنا حسب العلاقة الرياضية فنحصل على

$$\Delta U = 53x \frac{0011x35x12}{16} = 1.53 \text{ Volt}$$

ففي كلا الحالتين نرى بان هبوط الفولتية لايتجاوز الحدود المقررة لها. ربما لاننا بصدد مسافات قصيرة لايتجاوز العدة امتار. ولكن في احيان عديدة عندما يكون هناك تأسيسات لبناية كبيرة كمستشفى او مدرسة فلربما لمعاملات التصحيح المطلوب الاخذ بها في مثل هذه الحالات يكون له الدور في تقليل كفاءة او قدرة الكابلات الكهربائية والموصلات وحينها يكون لهبوط الفولتية دور في اتخاذ واختيار اللازم في التصميم الكهربائي للتأسيسات الكهربائية.

بهذا وبعد ان ذكرت مايستوجب عن كيفية التعامل مع متطلبات التأسيسات الكهربائية عندما يخص موضوع بحثنا في قواطع الحماية وتيار الحمل للخط والكابل المستعمل وطرحت الموضوع معززا بالجداول والبيانات اللازمة لفهم والاطلاع على معاملات التصحيح للكانلات وشرح العلاقة مابين هذه المكونات في الدائرة الكهربائية اكون قد اكملت هذا الجزء واختتمت الحديث عن التأسيسات الكهربائية.

الجزء الثاني

هبوط الفولتية في الكيبلات اكهربائية

مقدمة

هبوط الڤولتيه عنصر مهم يجب اخده بنظر الاعتبار عندما يتم اختيار الاسلاك والقابلوات الكهربائيه وخاصة في المسافات البعيده. حيث كلما زاد طول السلك او الكابل كلما انخفض الجهد وكذلك الحال كلما صغرت مساحة مقطع السلك او الكابل او زاد التيار الكهربائي ادى الى انخفاض الجهد. لذا يجب الاهتمام بحساب طول ومساحة مقطع الكابل او السلك وخاصة في المسافات لاجل تأمين وصول الڤولتيه المناسبه.هبوط الجهد المسموح به هو (٢،٥ %) الى (4%)ڤولت ،

في حال خطوط النقل للطاقة الكهربائية الى مسافات طويلة يظهر عامل هبوط الفولتية جليا وذو اهمية ولذلك وجدت ان ارفق ايضا بحث مبسط عن هذه الظاهرة اي هبوط الفولتية عندما يتعلق الامر بالخطوط المغذية للطاقة في الشبكات الكهربائية.

مفهوم هبوط الڤولتية

هبوط الفولتية او الجهد يقصد به انخفاض في الطاقة الكهربائية المحمله في الشحنة والتي يكتسبها من المصدر نتيجة اداء شغل لازم عند مروره في موصل كهربائي ما، تفقد الشحنة هذه الطاقة نتيجة لمقاومية المادة التي صنع منها الموصل والتي تقوم باستهلاك هذه الطاقة التي اكتسبها الشحنة وبعثها على شكل حرارة وبما ان مقاومية المواد تختلف فكذلك قيمة هبوط الجهد تختلف من موصل لاخر. نستطيع التحسس بهبوط الفولتية بمجرد لمس الكيبل (عن طريق السطح العازل) حيث الحرارة المرتفعة ،ويعني ان الكيبل محمل اكثر من المقرر .

1. مقاومية الموصل، فكلما زادت خاصية المقاومة في الموصل واشتدت معاكسته للتيار كان الفقد اكبر مما لو كانت المادة ذات موصلية كبيرة ولذلك يستخدم الالمنيوم والنحاس في صناعة الكيبلات بسبب موصليتها العالية وانخفاض مقاومتها للتيار.
2. كلما زاد عدد الشحنات المار في الموصل كلما زاد الفقد في الطاقة المكتسبة للشحنة الكهربائية، لذلك في محطات القدرة يتم استعمال محولات كهربائية تقوم برفع الجهد وخفض التيار في خط النقل ليكون بالامكان نقله الى مسافات بعيدة دون ان يعاني هبوطا كبيرا .

اسباب هبوط الڤولتية

هناك عدة عوامل والتي تودي الى هبوط القولتية في الشبكة من المحطة الثانوية الى المحولة ومن المحولة الى المستهلك ومن لوحة توزيع المستهلك لحد وصوله الى الجهاز. سوف نبحث هذه النقاط لكي نتعرف على نوعية الخلل لدينا ووضع الحل المناسب للهبوط المفرط في الڤولتية.

1) ربما الڤولتية الواصلة من شبكة الضغط العالي الى محولة المستهلك واطئة بسبب

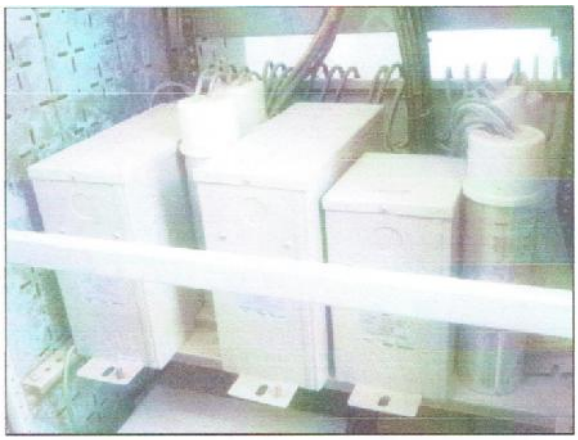
- الفولتية العالية الواصلة (11KVA) اقل من المقرر، وذلك بسبب تيار الحمل الزائد على خطوط الفولتية العالية اي هناك العديد من المحولات والمحملة بحمل زائد من جانب المستهلكين على نفس المغذي (Feeder).
- خطوط شبكة التوزيع (L.T) مابعد المحولة (220/ 380) فولتية رديئة، ربما لانخفاض كفاءة المحولة لعدم الصيانة اللازمة لها..
- التوصيلات محلولة او الارضي ردئ ويؤدي الى حدوث شرارة في مكان الربط، ومن ثم حدوث هبوط في الفولتية. هناك اهمال او عدم درايه كاملة بأهمية ربط نهايات الكيبلات بشكل جيد وباستخدام العدد الكفيلة باحكامها ومع مرور الزمن يؤدي الى حالات نحن في غنى عنها.
- عدم توازن الاحمال على المحولة وهذا يؤدي الى ان يكون احد الخطوط (over Load) وبالتالي هبوط مفرط في الفولتية.
- الكيبلات المعلقة (Twisted cable) او خطوط النقل من المحولة الى المستهلك اصغر حجما من المقرر مما يؤدي الى ارتفاع الحرارة فيها واتلافه. صورة (٤) تبين الحالة.

الصورة تبين تأثير الحرارة على كيبل معلق (twist cable) مصنوع من الالمنيوم نتيجة مرور تيار اكبر من المقرر.

٢) الكيبل الواصل من لوحة عداد كيلوواط ساعة الى لوحة التوزيع داخل المسكن او الكيبل الواصل من لوحة ال (L.T) بعد المحولة الى البناية غير كاف اي اقل حجما من المقرر او مما يتطلبه الاستهلاك (التيار) او ربما عدم الاخذ بمعاملات التصحيح الواجب الاخذ بها في ظروف النصب وهذه الاخيرة اكثر احتمالا لما نعانيه من قلة الاهتمام بهذا الجانب لدى المهنيين والمهندسين في هذا المضمار . في هذه الحالة ترتفع درجة حرارة الكيبل ويحدث هبوط في الفولتية .

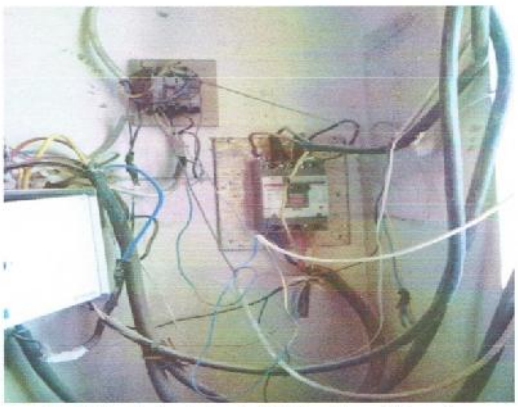
٣) توزيع الحمل غير متجانس بين الاطوار الثلاثة داخل البناية يؤدي الى حمل زائد على كل طور من الاطوار الثلاثة وهذا بدوره يزيد من هبوط الجهد، لذا يجب العمل على توزيع الاحمال بصورة جيده على الاطوار الثلاثة وحسب عدد المستهلكين في كل خط لتلافي ذلك ولو بصورة تقريبيه.

٤) عدم وجود بنك كپاستور (Bank Capacitor) في الابنية التجارية والحكومية للحد من هبوط الفولتية لذا يؤدي الى انخفاض معامل القدرة الكلي للحمل داخل البناية. وحتى وجود كپاستور دائمي في دائرة ملف البدء المربوط على التوازي مع ملف الحركة في محرك مبردة الهواء يؤدي الى تحسين معامل القدرة لهذا المحرك لذا من المفيد استعمال هذه النوعية من المحركات في المنازل لانها اقتصادية.



مكثفات بأحجام مختلفة يستعمل في تحسين معامل القدرة الكهربائية

٥) على مستوى التأسيسات المنزلية عمال الكهرباء عادة يستخدمون خط الحياد (البارد) مع مجموعة من الخطوط الفعالة (الحار) وذلك لعدم معرفتهم الكاملة عن دور خط الحياد وباعتقاد انه يمر فيه تيار ضعيف.



توصيلات رديئة ومتشابكة يقوم به العمال غير الماهرين
لايضمن سلامة العمل في حال الصيانة في مثل هكذا عمل
ويتسبب في حدوث دوائر قصر مفاجئة وقد تكون مفجعة للغاية

٦) وكذلك اغلب المهندسين القائمين بتصميم البنايات لايحسبون الاحمال الكهربائية بشكل جيد. حيث اختيار القابلوات يتم حسب جداول تحمل القابلوات للتيار الكهربائي دون ان يعير اهتمام لهبوط الجهد الذي يحدث في الشبكة الداخلية في البناية وليس على دراية تامة بعمل الجوزات او القواطع الكهربائية واللذي له مجاله وقواعده الخاصة ويجب اعداد المهندسين لهذا الموضوع ...وسبب ذلك هو عدم وجود مصادر خاصة بهذا الخصوص في العراق .. ولا حتى يعيرون اهتماما بقيم دوائر القصر للشبكة وتعاملها مع المعلومات المدونة على لوحة المعلومات لهذه القواطع الاوتوماتيكية كقواطع حماية.

٧) عدم وجود سيطرة نوعية على الاجهزة والمحركات الكهربائية الداخلة الى حدود الاقليم. حيث يتم استيراد نوعيات مختلفة ومنها ذي معامل قدرة منخفضة وذي كفاءة متدنية مما يجعل المحرك يسحب تيار اعلى لبذل نفس الجهد (قدرة) التي يبذلها محرك ذي كفائة اعلى وهذا يعني بدوره سحب تيار عالي فيما اذا كان اغلب المستهلكين يستعملون هذه الانواع الرديئة. وبهذا يتم هدر الكثير من القدرة المستهلكة في المدينة.

٨) انحدار الجهد اللحظي Voltage sag فهذا بالرغم من انه انخفاض لحظي في قيمة الجهد خارج حدود السماحية العادية للاجهزة ولربما لايسبب مشاكل ملحوظة للاضائه واللمبات المتوهجة ولا المحركات الصغيرة ولكن يمكن ان يكون هذا الانقطاع كافي لتلف الحاسبات والاجهزة الالكترنية وهذا ايضا هدر للمال والطاقة. وهذه الحالات تكون واردة في حالات القصر في دوائر التأسيسات الداخلية لدى المستهلك او لربما في حال تشغيل محركات عالية القدرة

نسبيا دون دراية تامة . وحيث صادفت احيانا من مهندسين منفذين في المشاريع الاستثماريه في محاوله لتقليل عدد الجوزات في لوحة التوزيع المنزلية لابداء المشاطرة وحينها اقترحوا دمج جوزة المطبخ بجوزة صالة الجلوس وهذا غير علمي حيث تكون في هذا الحال قد جمعت بين الاجهزة الالكترونية الغالب استعماله في الصالون مع كل مايمكن استخدامه من اجهزة كهربائية في المطبخ .. ففي هذ الحال قد جازف باتلاف الاجهزة الاكترونية المستخدمة في الصاله مقابل الحصول على جوزة اقل في لوحة التوزيع.

٩) هناك اسباب اخرى ربما يمكن تصنيفها بغير المباشرة ولكنها فعالة في تقليل استهلاك الطاقة الكهربائية ولكن العكس هي الحالة في مشاريعنا الاعمارية في كوردستان واقصد هنا بناء البيوت والبنايات في المشاريع الحالية غير معزولة حراريا ويكون الجدران وربما السقوف ايضا معرضة للتغييرات الجوية الخارجية وهذا يؤدي الى تشغيل اجهزة التكييف بشكل متواصل مما يعني حمل كهربائي زائد داخل البناية وبالتالي حمل كهربائي اضافي على شبكة التوزيع.

هبوط القولتية هو نتيجة مرور تيار حمل كبير مما يتحمله السلك الكهربائي او الكيبل المعني او ربما لزيادة مقاومية السلك فى حال المسافات الطويله واللذي يتسبب في رفع درجة حرارة الاسلاك داخل البناية وربما عند المنحنيات او الاماكن التي تكون فيها نقطة ضعف الكيبل المستخدم في مكان ما مثلا عند وجود ضغط ميكانيكي زائد على الكيبل او السلك وازدياد الحرارة نتيجة التيار المار واللذي بالنتيجة يؤدي الى تلف العازل المحيط بالسلك ومع مرور الزمن فيحدث قصر مسببا الحريق او ربما تلف الدوائر والاجهزة الكهربائية في المنازل وخاصة عندما يكون القواطع المختارة من قبل المصمم غير دقيقة وغير مجدية لتجنب مثل هذه الحالات.

التوصيات والحلول المقترحة لمعالجة هبوط القولتية

تلعب المؤسسات الحكومية دورا رئيسيا في تحجيم والتقليل من زيادة الاستهلاك للطاقة الكهربائية وكذلك التقليل من هبوط القولتية عن طريق السبل التالية

1. الحد من زيادة الحمل الكهربائي على مغذي (Feeder) خطوط الضغط العالي لكي يصل 11KV الى المحولة (420/220) لان النقص من الضغط العالي يؤدي الى نقص في جهة الضغط الواطئ .
2. العمل على سن قوانين جديدة يحد من استهلاك الطاقة الكهربائية في المشاريع الاستثمارية. بموجبه يجبر المستثمرون على بناء مساكن موائمة للبيئة واستخدام مواد عازله للحرارة وكنتيجة لذلك الكف عن استهلاك الطاقة الكهربائية في اجهزة التكييف. في حين في الوقت الحاضر نرى عكس ذلك تماما في المشاريع الحالية حيث المستثمرون والمصممون حلى حد سواء يكثرون من تجهيز الابنية بالاجهزة المكيفة للهواء ونقاط التغذية لها باعتبارها شكل الحياة المرفه المرجوة للجميع دون الاكتراث لما يجلبه هذا من استهلاك مفرط وغير معقول في هذه المشاريع.
3. محاسبة المعامل والمصانع والتي تكون لديهم معامل القدرة واطئه وخصوصا اللذين يزيد استهلاكهم عن 500 كيلوواط ذلك للحد من استهلاك الطاقة المبذورة في مثل هذه الحالات.
4. العمل على وضع جداول للادامة الدورية وصيانة المحولات ناهيك عما يعانيه هذا القطاع من تبعثر وفوضى عندما يتعلق الامر بخطوط النقل هذه من المحولات المحلية والى المستهلك.
5. على المؤسسات المعنية بشؤون الاستيراد وضع شروط لاستيراد المعدات الكهربائية التي تحمل المواصفات القياسية وكفيلة في التقليل من استهلاك الطاقة والاخذ بالمبادره في استحداث لجان تعمل في السيطرن النوعية بهذا الخصوص.
6. الارشاد وتشجيع المواطنين على استخدام اجهزة الحماية للاجهزة والمعدات الكهربائية المنزلية للحد من تأثيرات الزيادة والنقصان المفرط في قولتية الشبكات الحالية.

على المصمم الكهربائي حساب التيار الكهربائي في كل فرع في الشبكة الداخلية للمبنى ومن ثم حساب مقطع الكيبل الرئيسي وذلك بضرب التيار الرئيسي بعامل التقنين اي ان مجموع التيارات المارة في كل فرع لاتكون نفس التيار المار في الكيبل الرئيسي . لانه ليس بالضرورة ان يكون كل الكيبلات تحت التشغيل في ان واحد.وعلى هذا الاساس يتم اختيار الكيبل الرئيسي

الخاتمة

فقد ذكرت الكثير واوجزت الحديث وبجداول معلوماتية كي يتسنى للقاريء العزيز متابعة الموضوع دون ملل ولكي يلاحض بنفسه التغييرات القيمية للحالات والاوضاع المختلفة والتي يجوز الاخذ بها في حال حساب وتصميم الدوائر الكهربائية في التأسيسات المنزلية.

المصادر ..

من كتب نرويجية مقررة لدراسة موضوع التأسيسات الكهربائية بصورة عامة.

- Elektro installasjon 2 (Bygnings installasjoner)- Universitets Forlaget.
  Terje Christensen & Helge Strømme
- Elektriske Installasjoner i bygg - Nelfo

  Svein Johnsen

- Elektriske Lavspenning – Nek 400 –

  International Electrotechnical commision.IEC - Norsk elektriske Norm.

- Normguiden –Nek 400 – Nelfo
  Bearbeidet av CENELEC HD 384 og IEC 60364