

دورة تدقيق الدراسات الكهربائية

٢٠٠٥ / ١١ / ٣٠

٢٠٠٥ / ١٢ / ٠١

الجمهورية العربية السورية

نقابة المهندسين السوريين

فرع نقابة محافظة حمص

حساب مقاطع كبلات التغذية

Feeders Cross Section Calculation FCSC

إعداد وتقديم

محمد صبحي المصري

ماجستير هندسة علوم كهربائية

00963 94 571281

محمد صبحي المصري

ماجستير هندسة علوم كهربائية

00963 94 571281

حساب مقاطع كبلات التغذية

Feeders Cross Section Calculation FCSC

..... -

..... -

..... () -

..... -

..... -

..... -

..... -

..... -

..... -

..... -

..... -

..... -

..... -



حساب مقاطع كبلات التغذية

Feeders Cross Section Calculation FCSC

85°C 70°C

XLPE Cross – Linked Polyethylene
90°C

pvc

MCB Miniature Circuit Breaker

Trip

50 kA

100A

$$I_B \leq I_n \leq I_z \quad (1)$$

$$I_2 \leq 1.45 I_z \quad (2)$$

$$I_n \leq I_r$$

: I_B

: I_n

$$I_n = I_r$$

$$I_n I_r = (0.7-1)$$

$$I_r = (0.4-1) I_n$$

: I_z

-
-
-
-

$$I_2 \leq 1.45 I_z$$

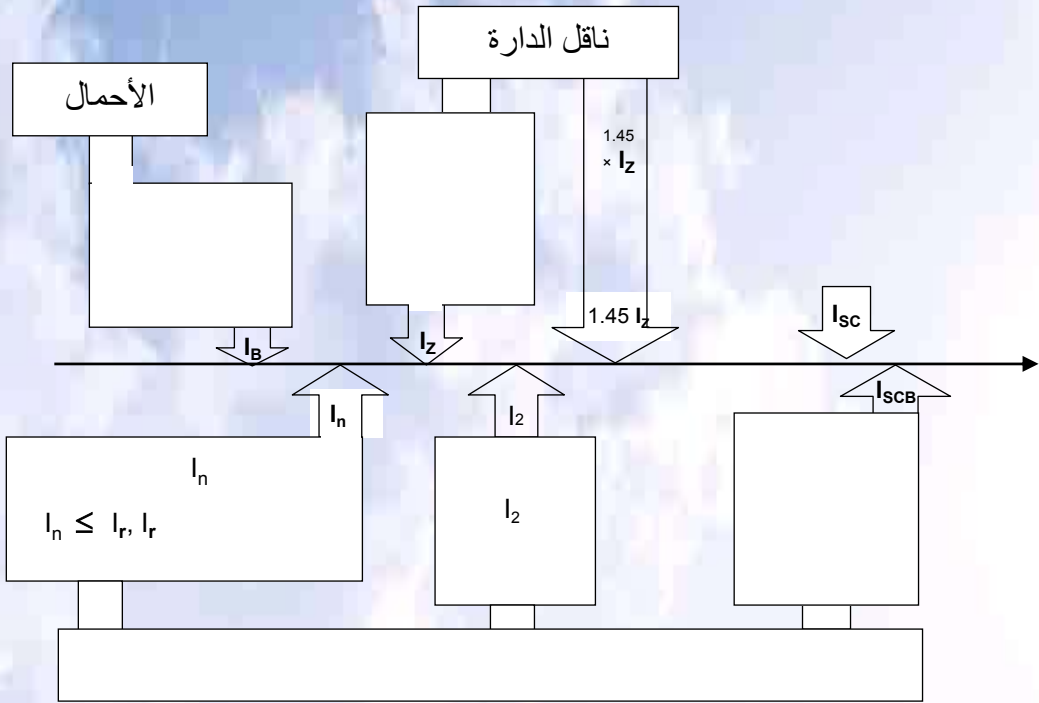
: I_2

: I_{sc}

: I_{SCB}

$$I_n \leq I_r$$

(1)



(1)

()

(2)

High Rupturing Capacity HRC

MCB

(1)

1.45 ()

(2)

(2)

(1)

. Solenoids

.Safety

(١) (٦)

:

.35° C

. ٤٠° C

. ١,٥ m

. ١,٢ km / w

flat

١,٥

. IEC287, ١٩٨٢

(٧) (٦).

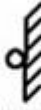

Conductor	Conductor resistance			Current carrying capacity					
	DC at 20°C	AC at 70°C in flat formation	AC at 70°C in trefoil formation	In ground			In air		
				Direct laid	Direct laid	In duct	Free	Free	In pipes
mm ²	Maximum ohmkm	Approx ohmkm	Approx amps	Approx amps	Approx amps	Approx amps	Approx amps	Approx amps	Approx amps
1.5	12.1	14.5	14.5	25	24	18	20	18	15
2.5	7.41	8.87	8.87	33	31	24	27	23	19
4	4.61	5.52	5.52	42	41	31	36	31	25
6	3.08	3.69	3.69	53	51	39	46	40	32
10	1.83	2.19	2.19	70	68	52	62	54	43
16	1.15	1.38	1.38	91	87	67	83	71	56
25	0.727	0.870	0.870	116	112	87	109	94	73
35	0.524	0.627	0.627	140	134	104	135	116	89
50	0.387	0.463	0.464	166	158	125	164	141	107
70	0.268	0.321	0.322	204	194	154	208	179	134
95	0.193	0.232	0.232	245	233	186	259	222	163
120	0.153	0.184	0.185	279	264	212	301	258	188
150	0.124	0.150	0.151	313	296	238	345	296	213
185	0.0991	0.1200	0.1215	354	334	270	399	343	243
240	0.0754	0.0922	0.0941	412	385	313	476	407	285
300	0.0601	0.0743	0.0767	466	433	353	551	469	324
400	0.0470	0.0593	0.0623	531	488	399	642	542	369
500	0.0366	0.0476	0.0513	603	546	449	747	624	417
630	0.0283	0.0366	0.0431	686	609	501	875	717	470

()

Current carrying capacity

Single core cables with copper conductor,
PVC 70 ° C Insulated and PVC sheathed, 0.6/1 K V
PVC

, /1 kv PVC 70° C

Conductor Cross sectional area mm ²	Conductor resistance		In ground			In air		
	DC at 20°C Maximum ohm/km	AC at 70°C Approx ohm/km	Unarmoured		Armoured	Unarmoured		Armoured
			Direct laid Approx ohm/km	Laid in ducts Approx amps	Direct laid Approx amps	Free  Approx amps	In pipes Approx amps	Free  Approx amps
1.5	12.1	14.5	21	18	-	16	14	-
2.5	7.41	8.87	27	23	-	22	19	-
4	4.61	5.52	36	30	36	29	24	29
6	3.08	3.69	45	37	45	37	31	37
10	1.83	2.19	60	50	60	50	41	51
16	1.15	1.38	78	65	78	66	54	66
25	0.727	0.870	100	83	100	87	70	88
35	0.524	0.628	125	101	124	106	84	109
50	0.387	0.464	149	121	147	130	102	133
70	0.268	0.322	183	148	180	163	126	167
95	0.193	0.232	219	178	215	201	154	204
120	0.153	0.185	249	203	245	233	177	235
150	0.124	0.151	280	229	273	268	202	268
185	0.0991	0.121	315	259	306	308	230	305
240	0.0754	0.0939	364	301	349	364	269	355
30	0.0601	0.0764	409	339	387	417	306	401
400	0.0470	0.0619	465	386	428	485	352	454
500	0.0366	0.0507	520	441	468	554	406	506

(٢)

Current carrying capacity

Three and four core cables with copper conductor,
PVC 70 ° C Insulated and PVC sheathed, 0.6/1 K V
pvc

0.6/1 kv

PVC

70° C

Conductor Cross sectional area mm ²	Conductor resistance			Current carrying capacity					
	DC at 20°C Maximum ohmkm	AC at 85°C in flat formation Approx ohmkm	AC at 85°C in trefoil formation Approx amps	In ground			In air		
				Direct laid Approx amps	Direct laid Approx amps	In duct Approx amps	Free Approx amps	Free Approx amps	In pipes Approx amps
1.5	12.1	15.2	15.2	29	28	21	25	21	18
2.5	7.41	9.3	9.3	38	37	28	33	27	23
4	4.61	5.79	5.79	49	48	36	45	37	31
6	3.08	3.87	3.87	62	59	45	57	46	38
10	1.83	2.30	2.30	82	79	61	78	63	52
16	1.15	1.44	1.44	106	102	78	103	84	68
25	0.727	0.913	0.912	136	130	101	136	110	88
35	0.524	0.658	0.658	163	156	122	167	135	107
50	0.387	0.486	0.486	193	185	145	204	165	129
70	0.268	0.337	0.337	238	227	179	259	209	161
95	0.193	0.243	0.244	286	271	217	321	259	197
120	0.153	0.193	0.194	326	309	247	374	301	226
150	0.124	0.157	0.158	365	346	278	428	345	257
185	0.0991	0.126	0.127	414	390	315	496	399	293
240	0.0754	0.0965	0.0984	481	450	366	591	474	344
300	0.0601	0.0777	0.0801	544	506	413	684	547	391
400	0.0470	0.0619	0.0649	621	572	468	798	633	447
500	0.0366	0.0496	0.0532	706	641	526	929	728	507
630	0.0283	0.0401	0.0446	805	716	588	1090	838	572

(3)

Current carrying capacity

Single core cables with copper conductors,
PVC 85 ° C Insulated and PVC sheathed, 0.6/1 K V
PVC

, /1 kv ,PVC 85° C

Conductor	Conductor resistance		In ground			In air		
	DC at 20°C	AC at 70°C	Unarmoured		Armoured	Unarmoured		Armoured
			Direct laid	Laid in ducts	Direct laid	Free	In pipes	Free
mm ²	Maximum ohm/km	Approx ohm/km	Approx ohm/km	Approx amps	Approx amps	Approx amps	Approx amps	Approx amps
1.5	12.1	15.2	24	20	-	20	17	-
2.5	7.41	9.3	32	27	-	27	22	-
4	4.61	5.79	42	35	42	36	29	36
6	3.08	3.87	52	44	52	45	37	45
10	1.83	2.30	70	58	70	61	50	62
16	1.15	1.44	91	75	90	82	65	82
25	0.727	0.913	117	97	121	107	84	114
35	0.524	0.658	146	118	145	131	101	135
50	0.387	0.486	174	141	172	161	122	165
70	0.268	0.337	213	173	210	202	152	206
95	0.193	0.244	255	208	252	249	185	252
120	0.153	0.194	291	237	286	289	213	291
150	0.124	0.158	327	268	319	332	243	331
185	0.0991	0.127	368	303	358	381	277	377
240	0.0754	0.0982	426	352	409	451	325	439
30	0.0601	0.0798	479	397	455	517	370	497
400	0.0470	0.0644	544	452	504	601	426	565
500	0.0366	0.0526	610	517	553	687	492	630

(4)

Current carrying capacity

Three and four core cables with copper conductors,
PVC 85 ° C Insulated and PVC sheathed, 0.6/1 K V
PVC

, /1 kv ,PVC 85° C

Conductor Cross sectional area mm ²	Conductor resistance			Current carrying capacity					
	DC at 20°C Maximum ohm/km	AC at 90°C in flat formation Approx ohm/km	AC at 90°C in trefoil formation Approx amps	In ground			In air		
				Direct laid Approx amps	Direct laid Approx amps	In duct Approx amps	Free Approx amps	Free Approx amps	In pipes Approx amps
1.5	12.1	15.4	15.4	31	30	22	27	22	19
2.5	7.41	9.45	9.45	40	39	29	36	29	24
4	4.61	5.88	5.88	52	50	38	47	38	32
6	3.08	3.93	3.93	65	63	47	60	49	40
10	1.83	2.33	2.33	87	83	63	82	66	54
16	1.15	1.47	1.47	112	107	82	109	88	70
25	0.727	0.927	0.927	144	137	105	145	116	92
35	0.524	0.668	0.669	172	165	127	178	143	112
50	0.387	0.494	0.494	204	195	151	218	175	134
70	0.268	0.342	0.343	251	238	187	277	222	168
95	0.193	0.247	0.248	301	286	225	344	274	205
120	0.153	0.196	0.197	345	327	258	409	326	237
150	0.124	0.159	0.160	385	363	290	461	367	269
185	0.0991	0.128	0.129	436	410	330	534	425	308
240	0.0754	0.098	0.100	507	474	382	638	505	361
300	0.0601	0.079	0.0815	573	532	431	740	583	411
400	0.0470	0.0629	0.0661	654	600	489	865	676	469
500	0.0366	0.0504	0.0543	744	673	550	1009	779	533
630	0.0283	0.0407	0.0453	847	752	615	1184	900	603

(5)

Current carrying capacity

**Single core cables with copper conductors,
of XLPE Insulated and PVC sheathed, 0.6/1 K V
XLPE**

, /1 kv ,PVC

Conductor		Conductor resistance		In ground			In air		
Cross sectional area	DC at 20°C	AC at 90°C	Unarmoured		Armoured	Unarmoured		Armoured	
			Direct laid	Laid in ducts	Direct laid	Free	In pipes	Free	
mm ²	Maximum ohm/km	Approx ohm/km	Approx ohm/km	Approx amps	Approx amps	Approx amps	Approx amps	Approx amps	
1.5	12.1	15.4	27	22	-	22	18	-	
2.5	7.41	9.45	35	29	-	29	24	-	
4	4.61	5.88	45	37	46	38	31	39	
6	3.08	3.93	56	46	57	48	39	50	
10	1.83	2.33	76	62	76	67	52	67	
16	1.15	1.47	98	80	98	88	68	89	
25	0.727	0.927	128	104	128	118	90	120	
35	0.524	0.669	157	125	158	142	107	149	
50	0.387	0.494	187	149	188	175	129	182	
70	0.268	0.343	229	183	229	220	161	229	
95	0.193	0.248	276	220	274	272	196	280	
120	0.153	0.197	313	251	310	316	226	322	
150	0.124	0.160	350	283	346	363	258	368	
185	0.0991	0.129	395	321	387	418	295	420	
240	0.0754	0.0998	458	372	444	496	346	491	
30	0.0601	0.0812	516	420	494	571	394	557	
400	0.0470	0.0656	584	478	549	665	454	635	
500	0.0366	0.0536	655	538	597	760	515	705	

(6)

Current carrying capacity

Three and four core cables with copper conductors,

XLPE Insulated and PVC sheathed, 0.6/1 K V

XLPE

, /1 kv ,PVC

العازل Insulation	Ground temperature (°C) حرارة التربة						
	25	30	35	40	45	50	55
XLPE Insulated cables	1.09	1.04	1	0.95	0.90	0.85	0.80
PVC (rated 85°C) cables	1.1	1.05	1	0.95	0.89	0.84	0.77

(7)

**Cables laid direct in ground
Rating factors for variation in ground temperature**

عمق التغليف Depth of laying m	مقطع الكبل Size of conductor		
	Up to 50mm ²	70mm ² to 300mm ²	Above 300mm ²
0.50	1	1	1
0.60	0.99	0.98	0.97
0.80	0.97	0.96	0.94
1.00	0.95	0.93	0.92
1.25	0.94	0.92	0.89
1.50	0.93	0.90	0.87
1.75	0.92	0.89	0.86
2.00	0.91	0.88	0.85

(8)

**Cables laid direct in ground
Rating factors for variation in depth of burial
(to centre of cable in the trefoil group of cables)
0.5m**

(88)

مقطع الكبل Size of conductor mm ²	مقاومة التربة الحرارية Soil thermal resistivity in k.m/W					
	0.8	0.9	1.0	1.5	2.0	2.5
Single core cables						
up to 150	1.16	1.12	1.07	0.91	0.81	0.73
from 185-300	1.17	1.12	1.07	0.91	0.80	0.73
from 400-630	1.17	1.12	1.07	0.91	0.80	0.73
Multicore cables						
up to 16	1.12	1.08	1.05	0.93	0.84	0.77
from 25-150	1.14	1.10	1.06	0.92	0.82	0.75
from 185-500	1.15	1.10	1.07	0.92	0.81	0.74

(9)

Cables laid direct in ground

Rating factors for variation in thermal resistivity of soil (average values)

المادة العازلة Insulation	Air temperature (°C) حرارة الهواء						
	25	30	35	40	45	50	55
XLPE	1.14	1.10	1.05	1	0.95	0.89	0.84
PVC (rated 85°C)	1.15	1.11	1.05	1	0.94	0.88	0.82

الجدول رقم (10)

Cables installed in air, Rating factors for variation in air temperature

جدول التصحيح عند اختلاف درجة حرارة الهواء



عدد الكبلات Number of cables in group	متلامسة Touching	مباعدة Spacing		
		0.15m	0.3m	0.45m
2	0.81	0.87	0.91	0.93
3	0.70	0.78	0.84	0.88
4	0.63	0.74	0.81	0.86
5	0.59	0.70	0.78	0.84
6	0.55	0.68	0.77	0.83

(11)

Cables installed in air

Group rating factors for multicore cables in flat formation

Flat

عدد الدارات Number of circuits	تلامسة فتلامسة Touching		متباعدة Spacing		
	Trefoil 	Laid flat 	0.15m	0.3m	0.45m
2	0.78	0.81	0.83	0.88	0.91
3	0.66	0.70	0.73	0.79	0.84
4	0.61	0.64	0.68	0.73	0.81
5	0.56	0.60	0.64	0.73	0.79
6	0.53	0.57	0.61	0.71	0.78

الجدول رقم (12)

Cables installed in air

Group rating factors for circuits of three single core cables,
In trefoil or laid touching in flat horizontal formation

جدول التصحيح عند تنفيذ كبلات أحادية النواة متجاورة

مقطع الناقل Size of conductor mm ²	المقاومة النوعية للتربة Soil thermal resistivity in k.m/W					
	0.8	0.9	1.0	1.5	2.0	2.5
Single core cables						
up to 150	1.10	1.07	1.04	0.94	0.86	0.80
from 185-300	1.11	1.08	1.05	0.93	0.85	0.79
from 400-630	1.12	1.08	1.05	0.93	0.84	0.78
Multicore cables						
up to 16	1.04	1.03	1.02	0.97	0.92	0.88
from 25-150	1.06	1.04	1.03	0.95	0.90	0.85
from 185-500	1.07	1.05	1.03	0.95	0.88	0.83

الجدول رقم (13)

Cables installed in duct in ground

Rating factors for variation in thermal resistivity of soil (average valuses)



جدول التصحيح عند اختلاف المقاومة النوعية للتربة واستخدام أنابيب في التربة

عمق التثقيب Depth of laying (m)	أحادي النواة Single core	متعدد النواة Multi core
0.50	1.00	1.00
0.60	0.98	0.99
0.80	0.95	0.98
1.00	0.93	0.96
1.25	0.91	0.95
1.50	0.89	0.94
1.75	0.88	0.94
2.00	0.87	0.93
2.50	0.86	0.92
3 or more	0.85	0.81

الجدول رقم (14)

Cables installed in ducts
Rating factors for depth
of laying





جدول التصحيح عند اختلاف
عمق الأنابيب في التربة

عدد الدارات Number of circuits	متلامسة Touching 	متباعدة Spacing	
		 0.45m	 0.60
2	0.87	0.91	0.93
3	0.78	0.84	0.87
4	0.74	0.81	0.85
5	0.70	0.79	0.83
6	0.69	0.78	0.82

الجدول رقم (15)

Cables installed in ducts
Group rating factors for single
core cables in trefoil single
way duct, horizontal formation

جدول التصحيح لكابلات أحادية
النواة منفذة في أنابيب أفقية

عدد الدارات Number of circuits	متلامسة Touching 	متباعدة Spacing		
		 0.30m	 0.45m	 0.60m
2	0.90	0.93	0.95	0.96
3	0.83	0.88	0.91	0.93
4	0.79	0.85	0.89	0.92
5	0.75	0.83	0.88	0.91
6	0.73	0.82	0.87	0.90

الجدول رقم (16)

Cables installed in ducts
Group rating factors for multicore cables
in single way duct, horizontal formation

جدول تصحيح لكابلات متعددة النواة في أنابيب أحادية أفقية

وهذه جداول من شركة أخرى لاختيار مقطع الكبل وتيار جهاز الحماية بدلالة تيار الحمل ضمن فرضيات مختلفة جداول عوامل التصحيح الخاصة بها كما هو مبين فيما يلي:

المقطع الإسمي mm ²	الزمرة A				الزمرة B				الزمرة C			
	كبل أو كبلات أحادية منفذة ضمن أنبوب				كبل متعدد النواة مثل : كبلات معزولة بالـ PVC، مسلحة بالرماس، مسطحة، أسلاك مسلحة				كبلات XLPE منفذة بالهواء ومفصولة بعضها عن بعض بمسافة تساوي قطر الكبل على الأقل			
	الكبل		جهاز الحماية		الكبل		جهاز الحماية		الكبل		جهاز الحماية	
	Cu A	Al A	Cu A	Al A	Cu A	Al A	Cu A	Al A	Cu A	Al A	Cu A	Al A
0.75	-	-	-	-	12	-	6	-	15	-	10	-
1.0	11	-	6	-	15	-	10	-	19	-	10	-
1.5	15	-	10	-	18	-	10	-	24	-	20	-
2.5	20	15	16	10	26	20	20	16	32	26	25	20
4	25	20	20	16	34	27	25	20	42	33	35	25
6	33	26	25	20	44	35	35	25	54	42	50	35
10	45	36	35	25	61	48	50	35	73	57	63	50
16	61	48	50	35	82	27	63	50	98	77	80	63
25	83	65	63	50	108	35	80	63	129	103	100	80
35	103	81	80	63	135	105	100	80	158	124	125	100
50	132	103	100	80	168	132	125	100	198	155	160	125
70	165	-	125	-	207	163	160	125	245	193	200	160
95	197	-	160	-	250	197	200	160	292	230	250	200
120	235	-	200	-	292	230	250	200	344	268	315	200
150	-	-	-	-	335	263	250	200	391	310	315	250
185	-	-	-	-	382	301	315	250	448	353	400	315
240	-	-	-	-	453	357	400	315	528	414	400	315
300	-	-	-	-	504	409	400	315	608	479	500	400
400	-	-	-	-	-	-	-	-	726	569	630	500
500	-	-	-	-	-	-	-	-	830	649	630	500

()

° C

DIN

طريقة تثبيت الكبلات	عدد الدارات (الكبلات)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	15	20
1 ظاهرة أو مخفية في الخدش	1.00	0.80	0.70	0.65	0.6	0.57	0.54	0.52	0.50	0.45	0.41	0.38
2 طبقة واحدة مثبتة على الخدش أو على الأرض أو على حاملة كبلات	1.00	0.85	0.75	0.75	0.73	0.72	0.72	0.71	-	-	-	-
3 طبقة واحدة مثبتة على سقف	0.95	0.1	0.72	0.68	0.68	0.64	0.63	0.62	-	-	-	-
4 طبقة واحدة مثبتة على حوامل كبلات أفقية أو شاقولية	1.00	0.86	0.82	0.77	0.75	0.73	0.73	0.72	-	-	-	-
5 طبقة واحدة مثبتة على سلاخ كبلات أو حوامل معدنية brackets	1.00	0.87	0.82	0.80	0.8	0.79	0.79	0.78	-	-	-	-

جدول (18)

عامل التصحيح عند تجميع **grouping** عدة دارات بعضها مع بعض أو عدة كبلات متعددة البوابة

: ()

عدد الطبقات	2	3	4-5	6-8	9 وما فوق
عامل التصحيح	0.8	0.73	0.7	0.68	0.66

جدول (19)

عامل التصحيح عند تنفيذ الكبلات على طبقات

درجة الحرارة المحيطة °C	العازل	
	PVC	XLPE
10	1.2	1.15
15	1.15	1.1
20	1.1	1.1
25	1.05	1.05
30	1	1
35	0.95	0.95
40	0.85	0.9
45	0.8	0.85
50	0.7	0.8
55	0.6	0.75
60	0.5	0.7
65	-	0.65
70	-	0.6
75	-	0.5
80	-	0.4

جدول (20)

عامل التصحيح للتمديدات المنقذة بالهواء

عندما تختلف درجة الحرارة المحيطة عن 30° C

: ()

()

()

PE (Protective Earth)

()

PEN (Protective Earth & Neutral)

ناقل الطور mm ²	مقطع ناقل الحماية PEN mm ²	مقطع ناقل الحماية PE mm ²		
		محمي ميكانيكياً mm ²		غير محمي ميكانيكياً mm ²
		Cu	Al	Cu
1.5	1.5	2.5	4	4
2.5	2.5	2.5	4	4
4	4	4	4	4
6	6	6	6	6
10	10	10	10	10
16	16	16	16	16
25	16	16	16	16
35	16	16	16	16
50	25	25	25	25
70	35	35	35	35
95	50	50	50	50
120	70	50	50	50
150	70	50	50	50
185	95	50	50	50
240	120	50	50	50
300	150	50	50	50
400	185	50	50	50

()

VDE 100 Part 400

()

90 mm²

*

(

)

:

potential equalization bonding

6 mm²

()

0.5 x :

-

2.5 mm²

)

-

:(

4 mm²

1 x :

()

0.5 x :

محمد صبحي المصري
ماجستير هندسة علوم كهربائية

00963 94 571281

Prospective Short Circuit Current PSCC

PSCC

PSCC

:

1-4

upstream

R_t - ١

$$R_t = R_1 + R_2 + R_3 + \dots [m\Omega]$$

upstream

χ_t - ٢

$$\chi_t = \chi_1 + \chi_2 + \chi_3 + \dots [m\Omega]$$

$$I_{sc} = \frac{U}{\sqrt{3} Z_t}$$

- ٣

$$I_{sc} = \frac{S}{\sqrt{3} U_{sc} U} \times 100 [KA]$$

phase to phase

$U [V]$

$$Z_t = \sqrt{R_t^2 + \chi_t^2} [m\Omega]$$

$S [kVA]$

U_{sc}

(٢٢)

	$R[m\Omega]$	$\chi[m\Omega]$
--	--------------	-----------------

UPSTREAM
(HV)
250 ÷ 500 [MVA]

$$R_1 = Z_1 \cos \varphi \times 10^{-3}$$

$$\chi_1 = Z_1 \sin \varphi \times 10^{-3} \square Z_1$$

$$\cos \varphi = 0.15$$

$$\sin \varphi = 0.98$$

$$R_1 = 0.15 \chi_1$$

$$Z_1 = \frac{U^2}{P_{sc}}$$

: P_{sc}
: Z_1

Psc [MVA]	U = 420V		U = 380V	
	R [mΩ]	χ [mΩ]	R [mΩ]	χ [mΩ]
250	0,106	0,71	0,086	0,577
500	0,053	0,353	0,043	0,283

R χ

$$R_2 = \frac{W_c \times U^2}{S^2} \times 10^{-3}$$

: $W_c [W]$

$$\chi_2 = \sqrt{Z_2^2 - R_2^2}$$

$$Z_2 = \frac{U_{sc}}{100} \times \frac{U^2}{S}$$

: $U_{sc} \%$
: $S [kVA]$

	$R[m\Omega]$	$\chi[m\Omega]$
$R_3 = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2}$ $\chi_3 = \frac{\chi_1 \times \chi_2}{\chi_1 + \chi_2}$	$R_3 = \rho \frac{L}{s}$ $\rho = \frac{1}{45} [\Omega \cdot mm^2 / m]$ $= 22.3 [m\Omega \cdot mm^2 / m]$ $\rho = \frac{1}{27} [\Omega \cdot mm^2 / m]$ $= 37 [m\Omega \cdot mm^2 / m]$ 70 C°	$\chi_3 = 0.15L$ $\chi_3 = 0.2L$ $L [m]$ $\chi = 50 \text{ mm}^2$ $\chi \text{ m}\Omega/m \quad 0.08 \quad .096$ <hr/> $f[\text{Hz}] \quad 50 \quad 60$
	$R_4 = \rho \frac{L}{s}$ $s = 50 \times 5 \text{ mm}^2$ 80×5 100×5 $s : [mm^2]$	$L = 1m$ $\chi \quad 0.15 \quad 0.18$ $f[\text{Hz}] \quad 50 \quad 60$ $10\% \quad \chi$
	$R_5 \cong 0$	Upstream of fault location $X_5 = 0.15 [m\Omega / pole]$

PSCC

(۲۳)

(۲)

المقطع الاسمي mm ²	القطر/عدد أسلاك الناقل	المقاومة للكبلات الأحادية عند الأطوال الميئية (مقدرة بالمتر)													
		5	10	25	50	75	100	150	200	300	400	500	750	1000	
1	1/1.13	086	177	442	885										
1.5	1/1.38	060	119	297	595	892	1.19								
2.5	1/1.78	036	071	159	357	515	714	1.071							
4	7/0.85	023	145	113	226	339	452	678	904						
6	7/1.04	015	030	076	151	227	302	453	604	906	1.208				
10	7/1.35	009	018	045	090	135	180	270	360	540	720	900			
16	7/1.70	006	011	028	057	085	113	170	226	339	452	565	847	1.13	
25	7/2.14	004	007	018	036	053	071	106	142	212	285	356	534	712	
35	19/1.53	003	005	014	026	032	051	078	103	154	206	267	390	514	
50	19/1.78	002	004	009	019	029	038	057	076	114	152	190	294	379	
70	19/2.14	001	003	008	013	021	026	039	052	079	105	131	206	262	
95	19/2.5		002	005	009	012	019	028	038	059	076	094	122	189	
120	37/2.03		002	004	008	011	015	030	030	045	060	075	113	150	
150	37/2.25		001	003	006	009	012	024	024	037	049	061	091	122	
185	37/2.52			002	005	007	010	019	019	029	039	049	073	097	
240	61/2.25			002	004	006	007	015	015	022	030	037	056	074	
300	61/2.52			001	003	004	006	009	012	018	024	030	044	059	
400	61/2.82			001	002	003	005	007	009	014	018	023	034	046	
500	61/3.20				002	003	004	006	008	011	015	019	028	038	
630	127/2.52				001	002	003	004	006	009	011	014	022	028	
800	127/2.85				001	002	002	003	004	007	009	011	017	022	
1000	127/3.20					001	002	003	004	005	007	009	013	018	

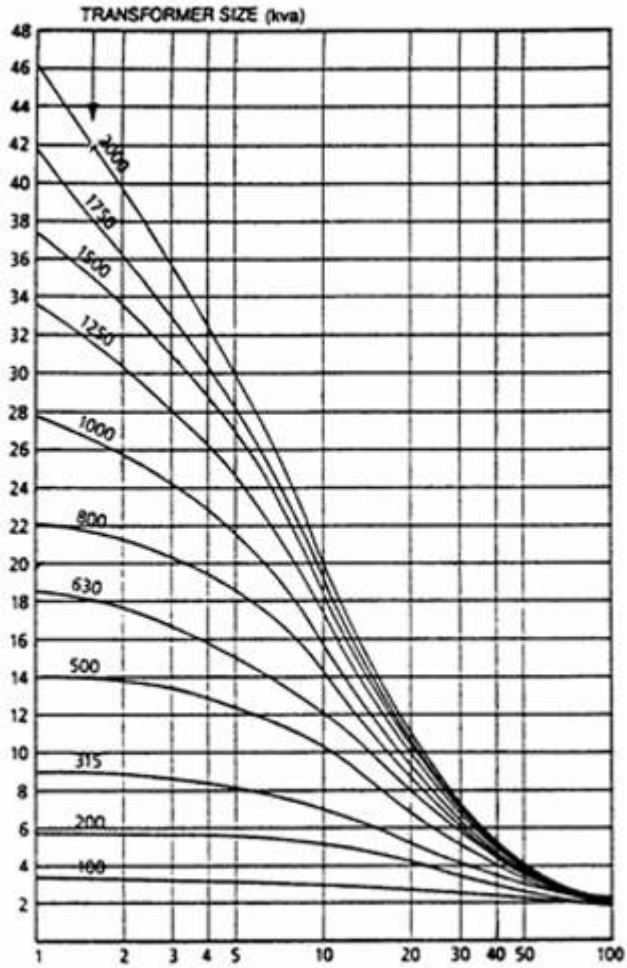
تعتبر قيمة تيار الممثل أقل من 0.25 kA
فيما يتعلق بالقيم غير المذكورة في الجدول

الجدول (23) مقاومة الكبلات النحاسية لمقاطع مختلفة



حجم المحولة [kVA]

تيار الممثل المتوقع



الشكل (2)

منحنيات تحديد تيار القصر بدلالة مقاومة الكبل وحجم المحولة

Software

GROUPE SCHNEIDER

Ecodial

ABB

DOCWIN

:

2-4

$$t = (ks / I)^2 \quad [\text{sec}] \quad (3)$$

حيث:

: t [sec]

: s [mm²]

: I [kA]

: k

(٢٤)

°sec

١٠ mm²

مادة الناقل	مادة العازل	درجة الحرارة البدائية المفترضة °C	حدود درجة الحرارة النهائية °C	k
نحاس	PVC	70	160	115
	rubber	60	200	141
	XLPE	90	250	143
ألومنيوم	PVC	70	160	76
	rubber	60	200	93
	XLPE	90	250	94

الجدول (24)

قيمة الثابت k للمواد شائعة الاستخدام بغية حساب تيار القصر لكل معدن النواة

) I²t

(

PSCC

/MCB

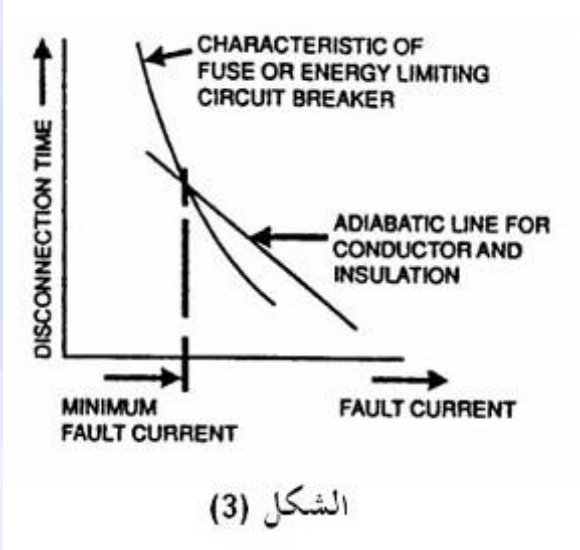
MCB

k=115

(٣)

()

Overheating

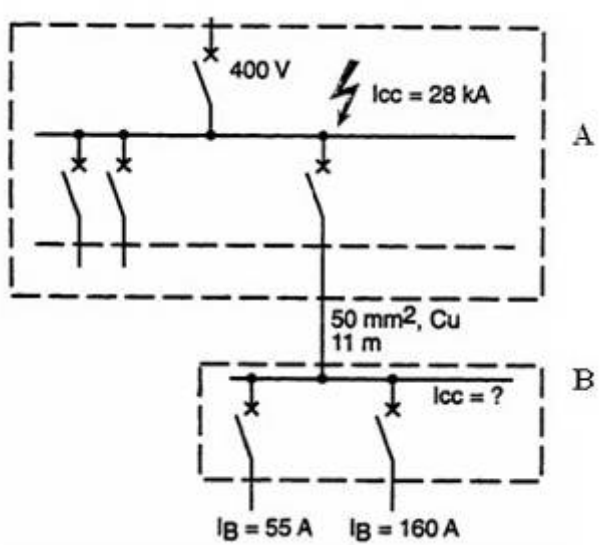


الشكل (3)



(٢٥)

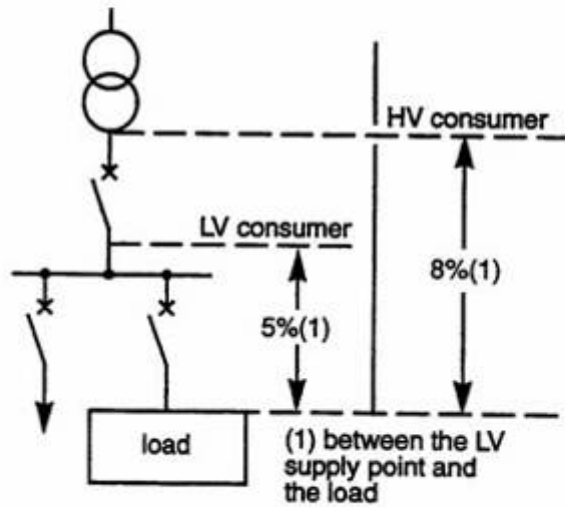
:
 :
 (Y) A upstream -
 .A B -
 .
 A cascading
 .A
 (Y) B ISC
 11m 50mm²
 A .30kA 28kA
 .19kA B



الشكل (7)

حساب تيار القصر عند نقطة تقع تحت
 نقطة العطل باستخدام الجدول (25)

نوع الحمل	إفتردة	أهمال أخرى (محركات ..)
تغذية المستهلك مباشرة بتوتر منخفض	3 %	5 %
محنة للمستهلك HV/LV تغذية من شبكة عامة HV	6 %	8 %



الشكل (8)

1/45

70° C

أ- دائرة أحادية الطور، طور/طور أو طور/حيادي:

$$\Delta V = 2I_B Z \quad [V]$$

$$= 2I_x (R \cos \varphi + \chi \sin \varphi)$$

$$= 2I_x \rho \frac{L}{s} \cos \varphi + 2I_x \chi \sin \varphi$$

$$= 2\rho \cos \varphi \frac{L I_B}{s} + 2\chi \sin \varphi \times I_B$$

$$\Delta V = \left(2 \times \frac{1}{45} \times \frac{0.8}{s} + 2 \times 0.08 \times 10^{-3} \times 0.6 \right) L \times I_B$$

$$= \left(\frac{0.035}{s} + 0.128 \times 10^{-3} \right) L \times I_B$$

ويعطى هبوط التوتر التالي بالعلاقة:

$$\varepsilon\% = \frac{\Delta V}{U_{ph}} \times 100$$

ب- دائرة ثلاثية الأطوار حمل متزن، مع أو بدون حيادي:

$$\Delta V = \sqrt{3} I_x Z$$

$$= \sqrt{3} I_x (R \cos \varphi + \chi \sin \varphi)$$

ومشكل مشابه تصحح العلاقة:

$$\Delta V = \left(\frac{0.031}{s} + 0.083 \times 10^{-3} \right) L I_B$$

ويعطى هبوط التوتر التالي بالعلاقة:

$$\varepsilon\% = \frac{\Delta V}{U_L} \times 100$$

حيث:

$$I_B [A] : \text{تيار الحمل الفعلي}$$

$$L [m] : \text{طول الناقل}$$

$$Z [\Omega / m] : \text{ممانعة الناقل}$$

$$R [\Omega / m] : \text{مقاومة الناقل وتحمس في حالة مقاطع أكبر من } 500 \text{ mm}^2$$

$$\chi [\Omega / m] : \text{المفاعلة التحريضية للناقل وتحمس في حالة مقاطع أصغر من } 50 \text{ mm}^2 \text{ وتؤخذ } 0.08 \times 10^{-3} \text{ عند عدم}$$

معرفة قيمتها بدقة.

$$\cos \varphi : \text{عامل الاستطاعة، وقيمته التقريبية للإضاءة } 0.95 \text{ وللمحركات } 0.75 \text{ و } 0.80 \text{ للأحمال المختلطة.}$$

$$U_L [V] : \text{توتر الخط، التوتر بين طورين}$$

$$U_{ph} [V] : \text{توتر الطور، التوتر بين طور وأحادي}$$

$$\rho : \text{المقاومة النوعية للناقل، تختلف قيمتها باختلاف درجة الحرارة ونوعية المعدن}$$

محمد صبحي المصري

ماجستير هندسة علوم كهربائية

00963 94 571281

والجدول التالي يعطي قيماً تقريبية لها:

درجة الحرارة °C		20	70	90
نحاس	$\Omega\text{mm}^2/\text{m}$	18.5	22.3	23.8
	$\text{m}\Omega.\text{mm}^2/\text{m}/\text{m}$	1/54	1/45	1/42
ألومنيوم	$\Omega\text{mm}^2/\text{m}$	1/34	1/27	

1ph	3 ph	المغيرات	220/380		127/220		
			1 ph	3 ph	1 ph	2ph*	3 ph
$P/ U_{ph} \cos \varphi$ S/ U_{ph}	$P/\sqrt{3} U_L \cos \varphi$ $S/ \sqrt{3} U_L$	I	5.6 P 4.5 S	1.9 P 1.52 S	9.8 P 7.87 S	5.68 P 4.54 S	3.28 P 2.62 S
$2 \rho \cos \varphi.LI/a$	$\sqrt{3} \rho \cos \varphi.LI/a$	ΔV	0.028 LI/a	0.024 LI/a	0.028 LI/a		0.024 LI/a
$100 \Delta V/U_{ph}$	$100 \Delta V/U_L$	$\varepsilon \%$	0.45 ΔV	0.26 ΔV	0.78 ΔV 0.0218LI/a		0.45 ΔV 0.0111LI/a

جدول (25a)

العلاقات الفنية للحسابات الكهربائية

TECHNICAL FORMULAE FOR ELECTRIC CALCULATIONS

* $I = P/ UL \cos \varphi$ for 2 phases

S : The apparent power measured by [kVA]

P : The active power measured by [kW]

ρ : The resistivity measured by [$\Omega.\text{mm}^2/\text{m}$] = 1/54 for Copper, 1/34 for Aluminum at 20° C

L : Length of conductor [m]

s : conductor cross section [mm^2]

ΔV : Voltage drop [V] also = $r.L.I/1000$ for single phase,

= $\sqrt{3}.r.L.I/1000$ for three phase = 9.5 v for 2.5%

r : approx. cable resistance [Ω/km]

$\varepsilon \%$: Percentage of a voltage drop. 3% max for lighting load, 6% max for power load

U_L : Line voltage; phase to phase voltage [V]

U_{ph} : Phase to neutral voltage [V]

$\cos \varphi$: power factor = 0.8

I : Load current [A]

150 kW

1000 KVA

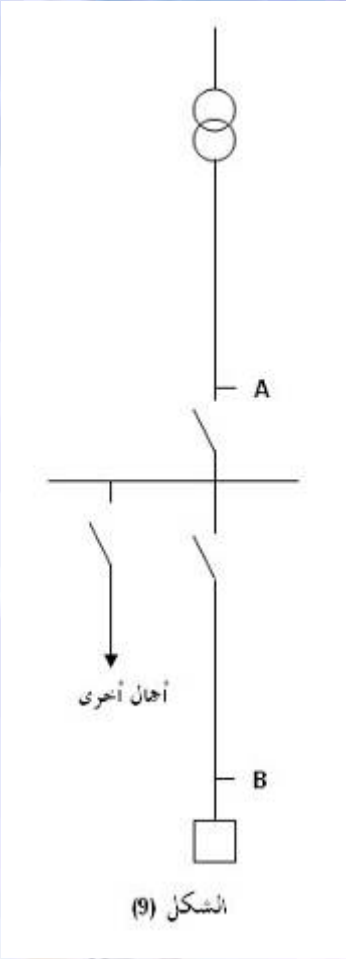
:(٩)

PSC= 500 MVA

S= 1000 kVA

20KV/380 V

USC=5%, WC=15500 W



XLPE

35° C

١٠

80 x 5 mm²

5

PVC

80 cm

١٠٠

30° C

٣

()

P = 150 kW ()

0.8

A

B

$$I_B = 1.52 \text{ S} = 1520 \text{ [A]} \quad : \quad (٢٠\text{a})$$

رقم الجدول	مواصفات التنفيذ	عامل التصحيح
10	درجة حرارة الهواء 35°C	1.05
12	عامل تجاوز لـ (3) مجموعات من الكبلات متوضعة إلى جانب بعضها البعض Flat	0.7
-	عامل تقادم الكبل (قيمة افتراضية)	0.95

$$K = 1.05 \times 0.7 \times 0.95 \approx 0.7 \quad :$$

740A

300 mm²

(٥)
٣

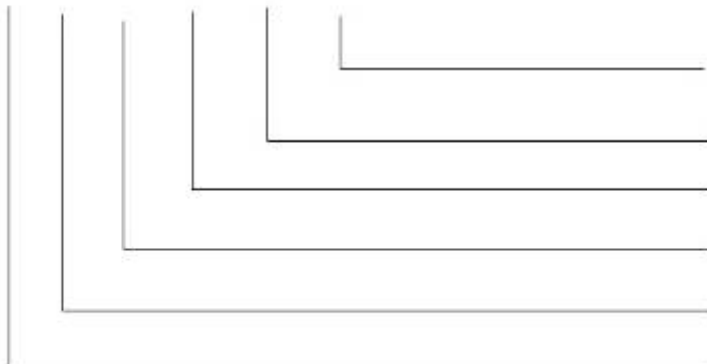
$$I_Z = 3 \times 740 \times 0.7 = 1554 \text{ A}$$

$$I_n = 1600 \text{ A}$$

$$I_B \leq I_n \leq I_Z$$

(٢١)

$$3 \times (3 \times 300 + 150) + 50 \quad / \quad 25 \quad \text{mm}^2$$



نظراً لكون الكبل XLPE فإن ρ عند درجة حرارة 90°C تساوي $\frac{1}{42}$ ومنه:

$$\Delta V = \sqrt{3} \rho \cos \varphi \cdot \frac{LI_B}{s} + \sqrt{3} \chi \sin \varphi I_B$$

$$= \frac{\sqrt{3}}{42} \times 0.8 \frac{LI_B}{s} + \sqrt{3} \times 0.08 \times 10^{-3} \times 0.6 \times LI_B$$

$$\Delta V = 0.033 \cdot \frac{LI_B}{s} + 0.083 \times 10^{-3} LI_B = 0.033 \times \frac{10 \times 1520}{3 \times 300} + 0.083 \times 10^{-3} \times 10 \times 1520$$

$$\Delta V = 0.55 + 1.26 = 1.18 [v]$$

$$\varepsilon\% = \frac{\Delta V \times 100}{380} \% = 0.47\%$$

ويعتبر هبوط التوتر هذا ضمن القيمة المسموحة

2- حساب مقطع كبل الحمل:

$$I_B = 1.9 \rho = 1.5 \times 150 = 285 [A] \quad \text{بالاستعانة بالجدول (25a):}$$

تُحسب عوامل التصحيح وفق الجدول التالي:

رقم الجدول	مواصفات التنفيذ	عامل التصحيح
7	درجة حرارة الهواء 30°C	1.04
16	عامل التجاور لكبل في أنبوب منقذ في الأرض عدد الدارات (3) المسافة فيما بينها 30cm	0.88
14	عمق التنفيذ 80cm	0.98
-	عامل تطور الحمل وتقدم الكبل	0.9

ويكون عامل التصحيح الكلي:

$$K = 1.04 \times 0.88 \times 0.98 \times 0.9 = 0.8$$

من الجدول رقم (2) يمكن إيجاد المقطع المناسب وهو:

$$2 \times 120 [\text{mm}^2]$$

وبعد التصحيح يتبين أن التيار يتحمل تياراً قدره:

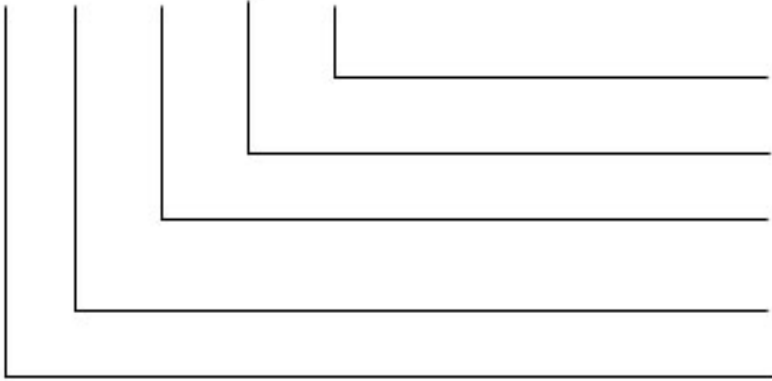
$$I_Z = 2 \times 203 \times 0.8 = 324 A$$

ونختار قاطعاً ذا تيار اسمي $I_n = 300 A$ وبذلك تتحقق العلاقة

$$I_B \leq I_n \leq I_Z$$

()

$$2 \times (3 \times 120) + 70 / 35 \text{ mm}^2$$



:
PVC

$$\Delta V = \left(\frac{0.031}{S} + 0.083 \times 10^{-3} \right) L I_B$$

$$\Delta V = \left(\frac{0.031}{2 \times 120} + 0.083 \times 10^{-3} \right) \times 100 \times 285 = 6 \text{ [V]}$$

$$\varepsilon\% = \frac{\Delta V \times 100}{UL} \% = 1.59\%$$

$$R_1 = 0.043 \text{ [m}\Omega\text{]}$$

$$\chi_1 = 0.283 \text{ [m}\Omega\text{]}$$

230/400V

IEC

220/380 V

.220/380 V

$$R_2 = \frac{W_c U^2}{S^2} \times 10^{-3} = \frac{15500 \times 380^2}{1000^2} \times 10^{-3} = 2.23 \text{ [m}\Omega\text{]}$$

$$Z_2 = U_{sc} \% \times \frac{U^2}{S} = 0.05 \times \frac{380^2}{1000} = 7.22 \text{ [m}\Omega\text{]}$$

$$\chi = \sqrt{Z_2^2 - R_2^2} = 6.86 \text{ [m}\Omega\text{]}$$

ج- الكيل:

$$R_3 = \rho \frac{L}{s} = 22.3 \times \frac{10}{3 \times 300} = 0.24 \text{ [m}\Omega\text{]}$$

$$\chi_3 = 0.15L = 0.15 \times 10 = 1.5 \text{ [m}\Omega\text{]}$$

د- الاسار: يفرض أن مقطع الاسار $80 \times 5 \text{ mm}^2$ وطوله 5 m :

$$R_4 = \rho \frac{L}{s} = 22.3 \frac{5}{400} = 0.278 \text{ [m}\Omega\text{]}$$

$$\chi_4 = 0.15 \times L = 0.15 \times 5 = 0.75 \text{ [m}\Omega\text{]}$$

ملاحظة: أهملت ممانعة القاطع لصعورها

$$R_5 = \rho \frac{L}{s} = 22.3 \frac{100}{2 \times 120} = 9.29 \text{ [m}\Omega\text{]}$$

$$\chi_5 = 0.15L = 0.15 \times 100 = 15 \text{ [m}\Omega\text{]}$$

ه- كيل الحمل:

4- حساب تيار القصر عند A

$$R_t = R_1 + R_2 + R_3$$

$$R_t = 0.043 + 2.23 + 0.24 = 2.513 \text{ [m}\Omega\text{]}$$

$$\chi_t = \chi_1 + \chi_2 + \chi_3$$

$$\chi_t = 0.283 + 6.86 + 1.5 = 8.643 \text{ [m}\Omega\text{]}$$

$$Z_t = \sqrt{R_t^2 + \chi_t^2} = 9$$

$$I_{sc} = \frac{U}{\sqrt{3}Z_t}$$

5- حساب تيار القصر عند B

وبالمثل يمكن حساب كل من R_{th} وكلما يلي:

$$R_t = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 = 12.08 \text{ [m}\Omega\text{]}$$

$$\chi_t = \chi_1 + \chi_2 + \chi_3 + \chi_4 + \chi_5 = 24.39 \text{ [m}\Omega\text{]}$$

$$Z_t = 27.22 \text{ [m}\Omega\text{]}$$

$$I_{sc} = 8.06 \text{ [kA]}$$

References المراجع

1. Electrical Installation Guide according to IEC International Standard, GROUPE SCHNEIDER.
2. Low Voltage Cable, Technical Catalogue, Saudi Cable Company.
1. Asea Brown Boveri Pocket Book, ABB Switchgear Manual, 10th edition.
2. Knockler Moller Wiring Manual, Automation and Power Distribution.
3. Selecting Power Cable, some hints on cable dimensioning, ASEA KABEL.
1. NFC 15-100 edition 1991.

شكراً حضوركم

THANK YOU