

ANEXO 1

ANÁLISIS DE CARGA

Tabla A1. 1 - Análisis de carga Unidad Tratamiento de Aguas

EQUIPO		TIPO						POTENCIA NOMINAL	CONSUMO DE		FACTOR			CARGA				OBSERVACIONES		
TAG	DESCRIPCION	(SOLO PARA USO INTERNO)						HP	kVA	kW	POTENCIA POR MOTOR	% CARGA	EFICIENCIA	FACTOR	Continua		Intermitente		Respaldo	
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P			
	Agua limpia																			
P-32103		C	1	I	0	S	1	50,0			30	0,80	0,91	0,87	33,0	18,7			33,0	18,7
	Efluente Líquido																			
P-32104		C	1	I	0	S	1	15,0			7,50	0,67	0,87	0,88	8,6	4,7			8,6	4,7
	Agua limpia																			
P-32105		C	1	I	0	S	1	125,0			75,00	0,80	0,94	0,90	79,8	38,6			79,8	38,6
	Efluente Líquido																			
P-32106		C	1	I	0	S	1	20,0			11,20	0,75	0,87	0,88	12,9	6,9			12,9	6,9
	Efluente Líquido																			
P-32110		C	1	I	0	S	1	25,0			15,00	0,80	0,88	0,88	17,0	9,2			17,0	9,2
	Efluente Líquido																			
P-32115		C	1	I	0	S	1	1,5			0,75	0,67	0,77	0,95	1,0	0,3			1,0	0,3
	Efluente Líquido																			

PK-32101	C	1	I	0	S	1	100,0			72,90	0,98	0,94	0,92	77,6	33,0			77,6	33,0
Efluente Líquido																			
PK-32102	C	1	I	0	S	1	30,0			19	0,84	0,89	0,87	21,2	12,0			21,2	12,0
Efluente Líquido																			
PK-32103	C	1	I	0	S	1	20,0			14	0,95	0,87	0,88	16,2	8,7			16,2	8,7
Efluente Líquido																			
PK-32104	C	1	I	0	S	1	30,0			20,40	0,91	0,89	0,87	22,9	13,0			22,9	13,0
Efluente Líquido																			
PK-32105	C	1	I	0	S	1	30,0			19,30	0,86	0,89	0,87	21,7	12,3			21,7	12,3
oily and sludge effluent																			
PK-32106	C	1	I	0	S	1	150,0			106,00	0,95	0,95	0,90	111,6	54,0			111,6	54,0
Iluminación y Tomacorrientes																			
Luminarias y T/C	C	1	I	0	S	1	30,0			0,00	0,00	0,90	0,85	0,0	0,0			0,0	0,0
TOTAL LOAD														423,4	211,6	0,0	0,0	423,4	211,6

S U M M A R Y

Carga Continua	423,45	kW	211,59	kVAr	473,37	kVA	0,89	factor de potencia
Carga Intermitente	0,00	kW	0,00	kVAr	0,00	kVA		factor de potencia
Carga en Respaldo	423,45	kW	211,59	kVAr	473,37	kVA	0,89	factor de potencia
<hr/>								
Carga Conectada (J+K+L)	846,90	kW	423,18	kVAr	946,74	kVA	I= 79,31 A	0,89 factor de potencia
Demanda de Carga 8 Horas (X*J+Y*K)	423,45	kW	211,59	kVAr	473,37	kVA	I= 39,66 A	0,89 factor de potencia
Demanda de Carga 15 Minutos (X*J+Y*K+Z*L)	423,45	kW	211,59	kVAr	473,37	kVA	I= 39,66 A	0,89 factor de potencia
Ajuste de Demanda de la Carga (X*J+Y*K+Z*L) + 15% Spare	486,97	kW	243,33	kVAr	544,38	kVA	I= 45,60 A	0,89 factor de potencia
			X= 1,00	Y= 0,60	Z= 0,00			

S U M M A R Y

Carga Continua	528,91	kW	278,72	kVAr	597,85	kVA	0,88	power factor
Carga Intermitente	0,00	kW	0,00	kVAr	0,00	kVA		power factor
Carga de Respaldo	350,78	kW	191,60	kVAr	399,70	kVA	0,88	power factor

Carga Conectada (J+K+L)	879,69	kW	470,32	kVAr	997,55	kVA	I= 83,57 A	0,88 power factor
Demanda de Carga 8 Horas (X*J+Y*K)	528,91	kW	278,72	kVAr	597,85	kVA	I= 50,08 A	0,88 power factor
Demanda de Carga 15 Minutos (X*J+Y*K+Z*L)	528,91	kW	278,72	kVAr	597,85	kVA	I= 50,08 A	0,88 power factor
Ajuste Demanda de Carga (X*J+Y*K+Z*L) + 15% Spare	608,24	kW	320,52	kVAr	687,53	kVA	I= 57,60 A	0,88 power factor

X= 1,00 Y= 0,60 Z= 0,00

Tabla A1.3 - Análisis de carga Unidad De Despacho de Productos (LPG)

EQUIPO		TIPO			POTENCIA NOMINAL			CONSUMO DE POTENCIA	FACTOR			CARGA						Observaciones
TAG	DESCRIPCION	(SOLO PARA USO INTERNO)			HP	kVA	kW		% CARGA	EFI CIENCIA	FACTOR POTENCIA	Continua		Intermitente		Respaldo		
		A	B	C	D	E	F	G	$G/(F*(A+B+C))$	H	I	J	K	L				
	Butano																	
	P-47001	C	1	I	0	S	1	10,0	22	2,95	0,90	0,85	24,4	15,1		24,4	15,1	
	Butano																	
	P-47002	C	1	I	0	S	1	1,5	20,0	17,87	0,90	0,85	22,2	13,8		22,2	13,8	
	Iluminación y Tomacorrientes																	
	Luminarias y T/C	C	1	I	0	S	1	30,0		0,00	0,90	0,85	0,0	0,0		0,0	0,0	
		C	1	I	0	S	1	1,0	0	0,00	0,90	0,85	0,0	0,0		0,0	0,0	
	TOTAL LOAD												46,7	28,9	0,0	0,0	46,7	28,9

SUMMARY

Carga Continua	46,67	kW	28,92	kVAr	54,90	kVA	0,85	factor de potencia
Carga Intermitente	0,00	kW	0,00	kVAr	0,00	kVA		factor de potencia
Carga en respaldo	46,67	kW	28,92	kVAr	54,90	kVA	0,85	factor de potencia

Carga Conectada (J+K+L)	93,33	kW	57,84	kVAr	109,80	kVA	I= 9,20	A	0,85	factor de potencia
Demanda de Carga 8 Horas (X*J+Y*K)	46,67	kW	28,92	kVAr	54,90	kVA	I= 4,60	A	0,85	factor de potencia
Demanda de Carga 15 Minutos (X*J+Y*K+Z*L)	46,67	kW	28,92	kVAr	54,90	kVA	I= 4,60	A	0,85	factor de potencia
Ajuste Demanda Carga (X*J+Y*K+Z*L) + 15% Spare	53,67	kW	33,26	kVAr	63,14	kVA	I= 5,29	A	0,85	factor de potencia

X= 1,00

Y= 0,60

Z= 0,00

ANEXO 2

PROPIEDADES DE COMPONENTES INFLAMABLES

Tabla A2. 1 - Propiedades de componentes Inflamables

 PDVSA J 000950369		 saipem vepica CONSORCIO SAIVEP Santa Inés J 298100460												
ELECTRICAL AREA CLASSIFICATION														
PART II - PROPERTIES OF FLAMMABLE COMPONENTS														
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
FLAMMABLE SUBSTANCE			State	VOLATILITY				Density relative to air	Auto ignition temp. °C	Group and temp. Class	Molec. Weight kg/kmol	Flash point °C	Any other relevant informations	Rev.
Ref.	Description	Composition		LEL	Liquid density	Vapour pressure @ 20°C	Boiling point @ P _{atm}							
				% vol.	kg/m ³	Pa	°C							
9	Rich Amine	3,30% _{mol} H ₂ S 86,06% _{mol} H ₂ O 10,64% _{mol} MDEA	L	0.9	969	8055	90.66	n.a.	265	IIA T2	29.3	137	Conservatively some MDEA properties have been adopted	
10	Lean Amine	0,11% _{mol} H ₂ S 88,87% _{mol} H ₂ O 11,02% _{mol} MDEA	L	0.9	999	8555	124,11	n.a.	265	IIA T2	29.2	137	Conservatively some MDEA properties have been adopted	
11	Sour Gas ARU	94,18% _{mol} H ₂ S 5,82% _{mol} H ₂ O	G	4.3	n.a.	n.a.	-60.3	1.81	260	IIB T2	33.1	-82		
12	Amine Regenerator OVHD Vapors	38,82% _{mol} H ₂ S 61,16% _{mol} H ₂ O 0,03% _{mol} MDEA	G	4.3	n.a.	n.a.	-60.3	1.29	260	IIA T2	24.3	-82	Conservatively some H ₂ S properties have been adopted	
13	Nitrogen	N ₂	G	n.a.	n.a.	n.a.	-195.86	7.13	n.a.	n.a.	28.01	n.a.	Not hazardous	
14	Slop	Hydrocarbon mix	L	0.9	849.7	4431	261.3	n.a.	260	IIA T2	207.6	19		
15	Diesel	Hydrocarbon Derivate	L	0.5	861	-	225	>5	250	IIA T3	219.6	> 55		

Tabla A2.1 – Propiedades de componentes Inflamables (Continuación)

 PDVSA J 000950369															   CONSORCIO SAIVEP Santa Inés J 298100460				
ELECTRICAL AREA CLASSIFICATION																			
PART II - PROPERTIES OF FLAMMABLE COMPONENTS																			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15					
FLAMMABLE SUBSTANCE			State	LEL	VOLATILITY			Density relative to air	Auto ignition temp. °C	Group and temp. Class	Molec. Weight kg/kmol	Flash point °C	Any other relevant informations	Rev.					
Ref.	Description	Composition			% vol.	Liquid density kg/m ³	Vapour pressure @ 20°C Pa								Boiling point @ P _{atm} °C				
16	Ethanol	C ₂ H ₅ OH			L	3.3	794								7906	78	1.6	363	IIA T2	46.04	16.6	Soluble in Water
17	Premium Gasoline	C ₂ H ₁₂ to C ₉ H ₂₀	L	1.4	765	-	38-204	3-4	280	IIA T2	105	-43							
18	Regular Gasoline	C ₂ H ₁₂ to C ₉ H ₂₀	L	1.4	745	-	38-204	3-4	257	IIA T2	105	-38							
19	Jet A-1	Refinate Product	L	0.7	828	-	205-300	4.5	228	IIA T3	185	43-66							
20	Crude Oil	Crude Mixture	L	0.7	900	-	60	>2	250	IIA T3	243.5	< 0	Water content varies from traces up to 2%						
21	Kerosene	Refinate Product	L	1.16	828	830	170	>3	210	IIA T3	162	>38							
22	VGO	Hydrocarbon Derivate	L	1.0	931	800	230	1	260	IIA T2	341.7	>130							
23	DVGO	Hydrocarbon Derivate	L	0.6	901	-	175.6 - 370	>1	257	IIA T2	-	52							

Tabla A2.1 – Propiedades de componentes Inflamables (Continuación)

    J 000950369 CONSORCIO SAIVEP Santa Inés J 298100460																			
ELECTRICAL AREA CLASSIFICATION																			
PART II - PROPERTIES OF FLAMMABLE COMPONENTS																			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15					
FLAMMABLE SUBSTANCE			State	LEL	VOLATILITY			Density relative to air	Auto ignition temp.	Group and temp. Class	Molec. Weight	Flash point	Any other relevant informations	Rev.					
Ref.	Description	Composition			% vol.	Liquid density	Vapour pressure @ 20°C								Boiling point @ P _{atm}	°C	°C	kg/kmol	°C
24	Slop oil	Hydrocarbon Derivate	L	0.9	839	13332	50	>5	260	IIA T2	172.6	4							
25	Slop wax	Hydrocarbon Derivate	L	-	514.6	-	375	-	-	IIA T4	1001	165							
26	Light Naphtha	Hydrocarbon Derivate	L	1.0	692	-	50	> 3,5	250	IIA T3	81.6	< -18							
27	Heavy Naphtha	Hydrocarbon Derivate	L	0.6	771	-	192	-	247	IIA T3	100-215	59							
28	Light FCC Naphtha	Hydrocarbon Derivate	L	1.3	727	15000	36-102	2.7	260	IIA T2	84	<-15							
29	MTBE	C5H12O	L	1.6	747	9999	55	3.1	435	T1	88.15	-27							
30	Reformate	Refinate Product	L	-	841	-	227-293	5	504	T1	188.5	99							
31	Fuel Oil	Refinate Product	L	0.6	967	280	130-400	-	241	IIA T3	HOLD	43							

Tabla A2.1 – Propiedades de componentes Inflamables (Continuación)

 PDVSA J 000950369															   saipem vepica CONSORCIO SAIVEP Santa Inés J 298100460				
ELECTRICAL AREA CLASSIFICATION																			
PART II - PROPERTIES OF FLAMMABLE COMPONENTS																			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15					
FLAMMABLE SUBSTANCE			State	LEL	VOLATILITY			Density relative to air	Auto ignition temp.	Group and temp. Class	Molec. Weight	Flash point	Any other relevant informations	Rev.					
Ref.	Description	Composition			% vol.	Liquid density	Vapour pressure @ 20°C								Boiling point @ P _{atm}	°C	°C	kg/kmol	°C
32	EB Marker	C14H8O4	L	-	1540	-	450	-	-	-	240.2	222							
33	Isonox 133	Mexid Tertiary-Butylphenols	L	n.a	940	-	220-278	>1	>93	IIB T5	-	-							
34	Automate Red B	2-Naphtalenol Xylene Ethyl benzene	L	1.0	990	680 @ 25°C	132.2	3.6	-	-	-	28.3							
35	Slurry Oil from FCC Unit	Refinate Product	L	-	959.1	n.a	340	n.a	-	IIA T4	361.1	140							
36	Butane	98,5% mol C4	L	1.8	590	265103	-7.6	1.9	483 - 538	IIA T1	54.8	-60							

ANEXO 3

TABLAS Y GRÁFICOS PARA DIMENSIONAMIENTO DE CONDUCTORES
Tabla A3. 1 - Ampacidades Admisibles de los conductores de los conductores aislados para tensiones nominales de 0 a 2000 Voltios y 60°C a 90°C (140°F a 194°F) con No Más de tres Conductores Portadores de Corriente en Una Canalización.

(Tabla 310.16 CEN)

Calibre de los Conductores	60° C (140°F)	75° C (167°F)	90° C (194°F)	60° C (140°F)	75° C (167°F)	90° C (194°F)	Calibre de los Conductores
	TIPOS TW*, UF*	TIPOS FEPW*, RH*, RHW*, THHW*, THW*, THWN*, XHHW*, USE*, ZW*	TIPOS TBS, SA, SIS, FEP*, FEPB*, MI, RHH*, RHW-2, THHN*, THHW*, THW-2*, THWN-2*, USE-2, XHH, XHHW*, XHHW-2, ZW-2	TIPOS TW*, UF*	TIPOS RH*, RHW*, THHW*, THW*, THWN*, XHHW*, USE*	TIPOS TBS, SA, SIS, THHN*, THHW*, THW-2, THWN- 2, RHH*, RHW-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2	
AWG/ kcmil	COBRE			ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE			AWG/ kcmil
18	....	....	14	....	....	....	....
16	....	....	18	....	....	....	....
14 *	20	20	25	....	....	....	....
12 *	25	25	30	20	20	25	12*
10 *	30	35	40	25	30	35	10*
<hr/>							
8	40	50	55	30	40	45	8
6	55	65	75	40	50	60	6
4	70	85	95	55	65	75	4
3	85	100	110	65	75	85	3
2	95	115	130	75	90	100	2
1	110	130	150	85	100	115	1
<hr/>							
1/0	125	150	170	100	120	135	1/0
2/0	145	175	195	115	135	150	2/0
3/0	165	200	225	130	155	175	3/0
4/0	195	230	260	150	180	205	4/0
<hr/>							
250	215	255	290	170	205	230	250
300	240	285	320	190	230	255	300
350	260	310	350	210	250	280	350
400	280	335	380	225	270	305	400
500	320	380	430	260	310	350	500
<hr/>							
600	355	420	475	285	340	385	600
700	385	460	520	310	375	420	700
750	400	475	535	320	385	435	750
800	410	490	555	330	395	450	800
900	435	520	585	355	425	480	900
<hr/>							
1000	455	545	615	375	445	500	1000
1250	495	590	665	405	485	545	1250
1500	520	625	705	435	520	585	1500
1750	545	650	735	455	545	615	1750
2000	560	665	750	470	560	630	2000

FACTORES DE CORRECCION							
Temp. Ambiente (°C)	Para Temperaturas Ambiente Distintas de 30°C, (86°F) : se Multiplican las Ampacidades Anteriores por los Factores Apropriados Siguietes:						Temp. Ambiente (°F)
21 - 25	1.08	1.05	1.04	1.08	1.05	1.04	70-77
26 - 30	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	78-86
31 - 35	0.91	0.94	0.96	0.91	0.94	0.96	87-95
36 - 40	0.82	0.88	0.91	0.82	0.88	0.91	96-104
41 - 45	0.71	0.82	0.87	0.71	0.82	0.87	105-113
46 - 50	0.58	0.75	0.82	0.58	0.75	0.82	114-122
51 - 55	0.41	0.67	0.76	0.41	0.67	0.76	123-131
56 - 60	....	0.58	0.71	....	0.58	0.71	132-140
61 - 70	....	0.33	0.58	....	0.33	0.58	141-158
71 - 80	....	....	0.41	....	....	0.41	159-176

Nota: * Véase 240.4 (D)

Tabla A3. 2 - Ampacidades Admisibles de Tres Conductores Sencillos Aislados para Tensiones Nominales de 0 a 2000 Voltios, de 150°C a 250 °C (302°F a 482°F) en Canalizaciones o Cables Basadas en Una Temperatura Ambiente de 40 °C (104 °F)

(Tabla 310.18 CEN)

Calibre de los Conductores AWG / kcmil	Régimen de Temperatura del Conductor (véase la Tabla 310.13)				Calibre de los Conductores AWG/ kcmil
	150° C (302°F)	200° C (392°F)	250° C (485°F)	150° C (302°F)	
	TIPO Z	TIPOS FEP, FEPB PFA	TIPOS PFAH, TFE	TIPO Z	
	COBRE		NIQUEL O COBRE RECUBIERTO DE NÍQUEL	ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE	
14	34	36	39	....	14
12	43	45	54	30	12
10	55	60	73	44	10
8	76	83	93	57	8
6	96	110	117	75	6
4	120	125	148	94	4
3	143	152	166	109	3
2	160	171	191	124	2
1	186	197	215	145	1
1/0	215	229	244	169	1/0
2/0	251	260	273	198	2/0
3/0	288	297	308	227	3/0
4/0	332	346	361	260	4/0

FACTORES DE AJUSTE :

Temperatura Ambiente en ° C	Para Temperaturas Ambiente Distintas de 40° C (104° F), se Multiplican las Ampacidades Anteriores por los Factores Apropriados Siguientes:				Temperatura Ambiente en ° F
41- 50	0,95	0,97	0,98	0,95	105-122
51- 60	0,90	0,94	0,95	0,90	123-140
61- 70	0,85	0,90	0,93	0,85	141-158
71- 80	0,80	0,87	0,90	0,80	159-176
81- 90	0,74	0,83	0,87	0,74	177-194
91-100	0,67	0,79	0,85	0,67	195-212
101-120	0,52	0,71	0,79	0,52	213-248
121-140	0,30	0,61	0,72	0,30	249-284
141-160	....	0,50	0,65	....	285-320
161-180	....	0,35	0,58	....	321-356
181-200	....	....	0,49	....	357-392
201-225	....	....	0,35	....	393-437

Tabla A3. 3 - Ampacidad Admisible en Cables Unipolares Aislados de 0 a 2000 Voltios, de 150 °C a 250 °C (32°F a 482°F) al Aire Libre, para Una Temperatura Ambiente de 40°C (104°F).

Calibre del Conductor AWG / kcmil	Temperatura Nominal del Conductor (véase la Tabla 310.13				Calibre del Conductor AWG / kcmil
	150° C (302° F)	200° C (392° F)	250° C (482° F)	150° C (302° F)	
	TIPO Z	TIPOS FEP, FEPB, PFA	TIPOS PFAH, TFE	TIPO Z	
	COBRE		NÍQUEL O COBRE RECUBIERTO DE NÍQUEL	ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE	
14	46	54	59	....	14
12	60	68	78	47	12
10	80	90	107	63	10
8	106	124	142	83	8
6	155	165	205	112	6
4	190	220	278	148	4
3	214	252	327	170	3
2	255	293	381	198	2
1	293	344	440	228	1
1/0	339	399	532	263	1/0
2/0	390	467	591	305	2/0
3/0	451	546	708	351	3/0
4/0	529	629	830	411	4/0

FACTORES DE CORRECCIÓN :

Temperatura Ambiente en ° C	Para Temperatura Ambiente Distinta de 40° C (104° F), Multiplicar las Ampacidades Anteriores por el Factor Correspondiente Abajo Indicado				Temperatura Ambiente en ° F
41- 50	0,95	0,97	0,98	0,95	105 – 122
51- 60	0,90	0,94	0,95	0,90	123 – 140
61- 70	0,85	0,90	0,93	0,85	141 – 158
71- 80	0,80	0,87	0,90	0,80	159 – 176
81- 90	0,74	0,83	0,87	0,74	177 – 194
91-100	0,67	0,79	0,85	0,67	195 – 212
101-120	0,52	0,71	0,79	0,52	213 – 218
121-140	0,30	0,61	0,72	0,30	249 – 284
141-160	....	0,50	0,65	....	285 – 320
161-180	....	0,35	0,58	....	321 – 356
181-200	....	---	0,49	....	357 – 392
201-225	....	---	0,35	....	393 - 437

Tabla A3. 4 - Corriente de Cortocircuito vs Calibre (AWG) [5]

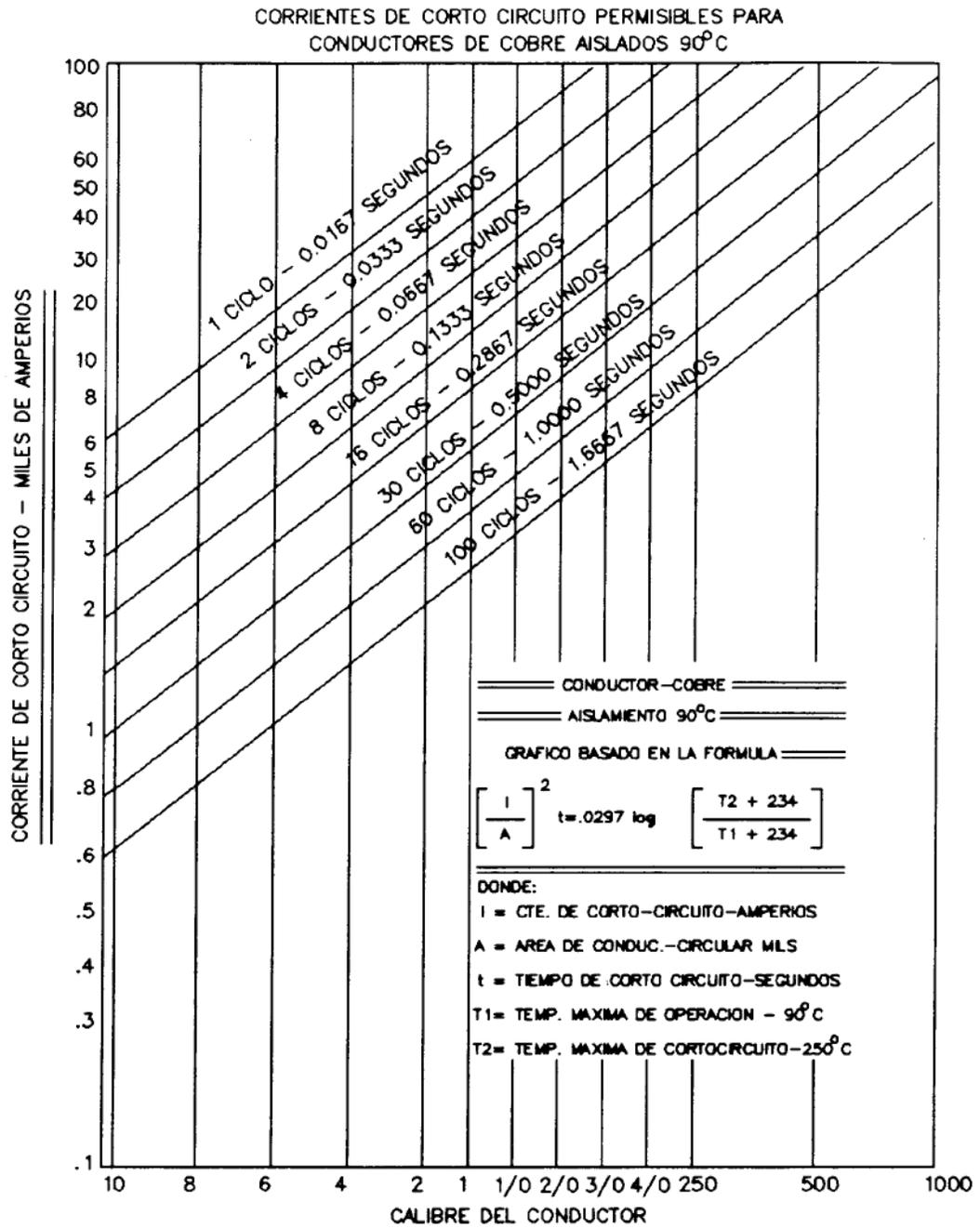


Tabla A3. 5- Aplicaciones y Aislamiento de los conductores

(Tabla 310.13 CEN)

Tabla 310.13 Aplicaciones y Aislamiento de los Conductores.

Nombre Comercial	Letras Tipo	Temperatura Máxima de Operación	Aplicaciones Previstas	Aislamiento	Espesor del Aislamiento			Recubrimiento Externo		
					AWG o kcmil	mm	mils			
Etileno propileno fluorado	FEP o FEPB	90°C 194°F	Lugares secos y húmedos	Etileno propileno fluorado	14-10	0,51	20	Ninguno		
					8-2	0,76	30			
		200°C 392°F	Lugares secos en aplicaciones especiales		14-8	0,36	14	Malla de vidrio		
					6-2	0,36	14	Asbesto u otro material trenzado adecuado		
Aislamiento mineral (con forro metálico)	MI	90° C 194° F 250° C 482° F	Lugares secos y mojados	Óxido de magnesio	18-16 ³	0,58	23	De cobre o aleación de acero		
					16-10	0,91	36			
			9-4		1,27	50				
			3-500		1,40	55				
Termoplástico resistente a la humedad, al calor y al aceite	MTW	60°C 140°F	Instalaciones de máquinas herramientas en lugares mojados, como se permite en la NFPA 79 (véase el Artículo 670). Instalaciones de máquinas herramientas en lugares secos, como se permite en la NFPA 79 (Véase el Artículo 670)	Termoplástico retardador de la llama y resistente a la humedad, al calor y al aceite	22-12	(A) 0,76	(B) 0,38	(A) 30	(B) 15	(A) Ninguno (B) Chaqueta de nailon o equivalente
						10	0,76	0,51	30		20
		90°C 194° F			8	1,14	0,76	45	30	
					6	1,52	0,76	60	30	
					4-2	1,52	1,02	60	40	
					1-4/0	2,03	1,27	80	50	
					213-500	2,41	1,52	95	60	
					501-1000	2,79	1,78	110	70	
Papel		85° C 185° F	Para conductores subterráneos de acometida o con permiso especial	Papel				Forro de plomo		
Perfluoroalcoxi	PFA	90°C 194°C 200°C 392°F	Lugares secos y mojados	Perfluoroalcoxi	14-10	0,51	20	Ninguno		
					8-2	0,76	30			
			Lugares secos, aplicaciones especiales		1-4/0	1,14	45			

Tabla A3.5 – Aplicaciones y Aislamiento de los conductores (Continuación)

Nombre Comercial	Letras del Tipo	Temperatura Máxima de Operación	Aplicaciones Previstas	Aislamiento	Espesor del Aislamiento			Recubrimiento Externo
					AWG o kcmil	mm	mils	
Perfluoro- alcoxi	PFAH	250° C 482° F	Sólo para lugares secos. Sólo para cables dentro de artefactos o de canalizaciones conectadas a artefactos (sólo de níquel o de cobre recubiertos de níquel)	Perfluoro- alcoxi	14-10	0,51	20	Ninguno
					8-2	0,76	30	
					1-4/0	1,14	45	
Termo- endurecido	RHH	90° C 194° F	Lugares secos y húmedos		14-10	1,14	45	Recubrimiento no metálico, resistente a la humedad y retardador de la llama.
					8-2	1,52	60	
					1-4/0	2,03	80	
					213-500	2,41	95	
					501-1000	2,79	110	
					1001-2000	2,79	110	
					Para 601 a 2000, véase la Tabla 310. 62	3,18	125	
Termo- endurecido resistente a la humedad	RHW ^{d)}	75° C 167° F	Lugares secos y mojados. Si el aislamiento es de más de 2000 V, debe ser resistente al ozono.	Termo- endurecido resistente a la humedad y retardador de la llama	14-10	1,14	45	Recubrimiento no metálico, resistente a la humedad y retardador de la llama
					8-2	1,52	60	
					1-4/0	2,03	80	
					213-500	2,41	95	
					501-1000	2,79	110	
					1001-2000	3,18	125	
					Para 601 a 2000 V, véase la Tabla 310. 62	3,18	125	
Termo- endurecido resistente a la humedad	RHW- 2	90° C 194° F	Lugares secos y mojados	Termo- endurecido resistente a la humedad y retardador de la llama	14-10	1,14	45	Recubrimiento no metálico, resistente a la humedad y retardador de la llama.
					8-2	1,52	60	
					1-4/0	2,03	80	
					213-500	2,41	95	
					501-1000	2,79	110	
					1001-2000	3,18	125	
					Para 601 a 2000 V, véase la Tabla 310. 62	3,18	125	
Silicona	SA	90° C 194° F	Lugares secos y húmedos	Caucho de silicona	14-10	1,14	45	Malla de vidrio u otro material trenzado adecuado
					8-2	1,52	60	
					1-4/0	2,03	80	
		200° C 392° F	Para aplicaciones especiales		213-500	2,41	95	
					501-1000	3,18	110	
					1001-2000	3,18	125	
					1001-2000	3,18	125	

Tabla A3.5 – Aplicaciones y Aislamiento de los conductores (Continuación)

Nombre Comercial	Letras del Tipo	Temperatura Máxima de Operación	Aplicaciones Previstas	Aislamiento	Espesor del Aislamiento			Recubrimiento Externo
					AWG o kcmil	mm	mils	
Termo-endurecido	SIS	90° C 194° F	Sólo para cableado de tableros	Termo-plástico	14-10	0,76	30	Ninguno
					8-2	1,14	45	
					1-4/0	2,41	95	
Termo-plástico y trenzado externo de fibra	TBS	90°C 194°F	Sólo para cableado de tableros	Termo-plástico	14-10	0,76	30	Recubrimiento no metálico retardador de la llama
					8	1,14	45	
					6-2	1,52	60	
					1-4/0	2,03	80	
Politetra-fluoroetileno extendido	TFE	250°C 482°F	Sólo lugares secos. Sólo para cables dentro de artefactos o dentro de canalizaciones conectadas a artefactos, o como alambrado a la vista (sólo de níquel o cobre recubierto de níquel)	Politetra-fluoroetileno extruido	14-10	0,51	20	Ninguno
					8-2	0,76	30	
					1-4/0	1,14	45	
Termo-plástico resistente al calor	THHN	90°C 194°F	Lugares secos y húmedos	Termo-plástico resistente al calor, retardador de la llama	14-12	0,38	15	Chaqueta de nailon o equivalente
					10	0,51	20	
					8-6	0,76	30	
					4-2	1,02	40	
					1-4/0	1,27	50	
					250-500	1,52	60	
501-1000	1,78	70						
Termo-plástico resistente a la humedad y al calor	THHW	75°C 167°F	Lugares mojados	Termo-Plástico retardador de la llama y resistente a la humedad y al calor	14-10	0,76	30	Ninguno
					8	1,14	45	
		90°C 194° F	Lugares secos		6-2	1,52	60	
					1-4/0	2,03	80	
					213-500	2,41	95	
					501-1000	2,79	110	
Termo-plástico resistente a la humedad y al calor	THW ⁴⁾	75°C 167°F	Lugares secos y mojados	Termo-plástico retardador de la llama y resistente a la humedad y al calor	14-10	0,76	30	Ninguno
					8	1,14	45	
					6-2	1,52	60	
		90°C 194° F	Aplicaciones especiales en equipos de iluminación por descarga. Limitado a 1000 V en circuito abierto o menos (sólo cables de los números 14- 8 como permite la sección 410. 31)		1-4/0	2,03	80	
					213-500	2,41	95	
					501-1000	2,79	110	
					1001-2000	3,18	125	
Termo-plástico resistente a la humedad y	THWN ⁴⁾	75°C 167°F	Lugares secos y mojados	Termo-plástico retardador de la llama y resistente	14-12	0,38	15	Chaqueta de nailon o equivalente
					10	0,51	20	
					8-6	0,76	30	
					4-2	1,02	40	
					1-4/0	1,27	50	

Tabla A3.5 – Aplicaciones y Aislamiento de los conductores (Continuación)

Nombre Comercial	Letras del Tipo	Temperatura Máxima de Operación.	Aplicaciones Previstas	Aislamiento	Espesor del Aislamiento			Recubrimiento Externo
					AWG o kcmil	mm	mils	
Termo-plástico resistente a la humedad	TW	60°C 140°F	Lugares secos y mojados	Termo-plástico retardador de la llama y resistente a la humedad y al calor	14-10 8 6-2 1-4/0 213-500 501-1000 1001-2000	0,76 1,14 1,52 2,03 2,41 2,79 3,18	30 45 60 80 95 110 125	Ninguno
Cable de alimentador subterráneo y circuitos ramales de un solo conductor (Para cables de tipo UF con más de un conductor véase 339 y 340)	UF	60°C 140°F 75°C 167° F ⁷⁾	Véase el Artículo 339	Resistente a la humedad Resistente al calor y a la humedad	14-10 8-2 1-4/0	1,52 2,03 2,41	60 ⁶⁾ 80 ⁶⁾ 95 ⁶⁾	Integrado con el aislante
Cable subterráneo de entrada de acometida, de un solo conductor, (Para cables de tipo USE con más de un conductor, véase 338)	USE ⁴⁾	75°C 167°F	Véase 338	Resistente al calor y a la humedad	14 – 10 8 – 2 1 – 4/0 213-500 501-1000 1001 - 2000	1,14 1,52 2,03 2,41 2,79 3,18	45 60 80 95 ⁸⁾ 110 125	Recubrimiento no metálico resistente a la humedad. Véase 338.2
Termo-endurecido	XHH	90°C 194°F	Lugares secos y húmedos	Termo-endurecido retardador a la llama	14-10 8-2 1-4/0 213-500 501-1000 1001-2000	0,76 1,14 1,40 1,65 2,03 2,41	30 45 55 65 80 95	Ninguno
Termo-estable resistente a la humedad	XHHW ⁴⁾	90°C 194°F 75°C 167° F	Lugares secos y húmedos Lugares mojados	Termo-endurecido retardador de la llama y resistente a la humedad	14-10 8-2 1-4/0 213-500 501-1000 1001-2000	0,76 1,14 1,40 1,65 2,03 2,41	30 45 55 65 80 95	Ninguno
Termo-estable resistente a la humedad	XHHW -2	90°C 194°F	Lugares secos y mojados	Termo-endurecido retardador de la llama y resistente	14-10 8-2 1-4/0 213-500 501-1000	0,76 1,14 1,40 1,65 2,03	30 45 55 65 80	Ninguno

Tabla A3. 6 - Factores de Ajuste para Más de Tres Conductores Portadores de Corriente en Una Canalización o Cable

Número de Conductores Portadores de Corriente	Porcentaje de los Valores en las Tablas 310.16 a 310.19, Ajustadas para la Temperatura Ambiente, si es Necesario.
4 □ 6	80
7 □ 9	70
10 □ 20	50
21 □ 30	45
31 □ 40	40
41 y en adelante	35

ANEXO 4

CÁLCULOS

A4.1. Selección por capacidad de corriente

A4.1.1. Tomacorrientes e iluminación

En el CEN se encuentra en las tablas 310-16,17, 18 y 19 (Ver Anexo 3) la información necesaria para seleccionar por capacidad de corriente el conductor, donde en función de la corriente, temperatura de operación y tipo de aislamiento se selecciona el calibre del mismo, es necesario también saber si será de cobre o de aluminio recubierto de cobre.

A4.1.1.1. Cálculo tipo para iluminación y tomacorriente por capacidad de corriente

Si un circuito posee una corriente de 20 A y se desea trabajar con una temperatura de 75°C y aislamiento THW el calibre a seleccionar será de 14 AWG de material cobre, sin embargo, si se desea uno hecho de aluminio el mismo será de 12 AWG. En el caso que se utilicen más de tres conductores portadores de corriente por fase se deberá aplicar el factor de corrección mostrado en la tabla A3.6.

A4.1.2. Motores

Para los efectos de seleccionar los conductores de los circuitos que alimentan motores, habrá que recurrir a lo indicado en el CEN sección 430-22, 23 y 24 que sugiere lo siguiente:

Caso de un solo motor: La corriente de diseño para la selección del conductor, tendrá un valor del 125% de la corriente nominal a plena carga del equipo.

En el caso del alimentador de varios motores: La corriente de diseño para la selección de los conductores del circuito, se obtendrá con la suma de las corrientes nominales a plena carga de todos los motores más el 25% de la corriente a plena carga del motor mayor.

A4.1.2.1. Cálculo tipo para motores por capacidad de corriente

Si se tiene un motor de 50 HP según la tabla 430-150 del CEN la corriente del mismo es de 65 A, por lo tanto si multiplicamos dicho valor por 1,25 obtenemos 81,25 A que sería la corriente de diseño. En la tabla 4.7 se ha calculado según los HP todas las capacidades de corriente de diseño para motores desde 0,5 HP hasta 250 HP.

En la tabla 4.7 se presentan los resultados según fue cada caso para dimensionar los conductores por capacidad de corriente.

A4.2. Selección por caída de tensión

La ecuación a utilizar para calcular la caída de tensión es la siguiente [24]:

$$\Delta V\% = I \cdot L \cdot K \quad (A4-1)$$

Donde:

I: Es la corriente consumida por la carga, en A.

L: Longitud del conductor, en km.

$$K = \frac{r \cos(\theta) + x \cdot \text{sen}(\theta)}{10V^2}$$

r: Resistencia del conductor, en Ω .km.

x: Reactancia del conductor, en Ω .km.

θ = Ángulo de factor de potencia, en grados.

V: Tensión de alimentación, en kV.

A4.2.1 Cálculo tipo por caída de tensión

Con este cálculo tipo se configuró la hoja de cálculo diseñada en Excel para tener el valor de caída de tensión de todos los circuitos que alimentaron a los motores usando la ecuación A4-1.

Supongamos que la carga a considerar será un motor de 40 HP, por lo tanto:

Asumiremos inicialmente que el conductor a utilizar será un #2 AWG, en el caso que la caída de tensión sea mayor a la establecida por el CEN se deberá seleccionar un calibre de mayor dimensión hasta que se cumpla dicha condición.

I= 65 A (CEN 430-150).

L= 0,2 km.

Características del conductor #2 AWG

r= 0,6562 Ω .km (CEN Tabla 9)

x= 0,1870 en Ω .km. (CEN Tabla 9)

Ángulo de factor de potencia asumido para el motor.

$\theta = 31,7883^\circ$.

V = 0,48 kV

Con lo suministrado anterior mente calculamos K

$$K = 0,284843$$

Finalmente obtenemos el valor de la caída de tensión multiplicando la longitud y corriente consumida por dicha carga:

$$\Delta V\% = 2,9$$

Dicho valor de caída de tensión se encuentra dentro de los límites permitido por el CEN por lo que un conductor #2 AWG es el adecuado para alimentar a un motor de 40 HP que está ubicado a una distancia de 200 metros de la alimentación siendo el criterio de selección la caída de tensión.

A4.3. Selección por cortocircuito

Para la selección del calibre por cortocircuito simplemente es necesario conocer la corriente de cortocircuito en el punto donde se desee conocer el valor que deberá tomar el calibre para poder soportar dicho cortocircuito. Se usará la tabla A3.4 mostrada en el anexo 3 en la cual con valor de corriente de cortocircuito y conociendo el tiempo en que se despejará la falla se obtiene el calibre en AWG, en el caso que los valores no sean registrados por dicha tabla se puede usar la ecuación que es presentada en esta tabla. A continuación se presentará un ejemplo de la metodología a aplicar:

Si tenemos una corriente de cortocircuito de 5 kA y la falla se despejará en 30 ciclos el calibre que soporta dicha corriente será un #1/0 AWG.

A4.4. Método de la potencia de falla o método de los MVA para cálculo de cortocircuito

Este método de los MVA es el más rápido y sencillo que los método óhmicos o en por unidad. No es necesario convertir a una base en MVA o estar atento con los niveles de tensión durante el proceso de reducción de la red. [2]

Para utilizar este método, cada elemento en el circuito se convierte a un valor en MVA y la red se reduce tratando cada valor como una admitancia.

Las ecuaciones para realizar la conversión son las siguientes:

a) MVA de cortocircuito suministrado en el punto de alimentación principal.

$MVA_{cc} = \text{Valor dado como información}$

o

(A4-2)

$$MVA_{cc} = \frac{kV^2}{Z}$$

O también (Cuando se da en Ω la impedancia equivalente)

De las expresiones anteriores:

$MVA_{cc} = \text{Nivel de cortocircuito expresado, en MVA.}$

$kV = \text{Tensión de operación en el punto de interés, en kV.}$

$Z = \text{Impedancia equivalente de la compañía suministradora en } \Omega.$

b) Para cables de potencia:

$$MVA_{cc} = \frac{kV^2}{Z(\Omega)} \quad (A4-3)$$

c) Para motores, generadores y transformadores:

$$MVA_{cc} = \frac{MVA}{Z_{pu}} \quad (A4-4)$$

Donde:

MVA_{cc} = MVA nominales

Z_{pu} = Impedancia en por unidad (En la base de la máquina), para motores usar impedancia de arranque.

d) Como es necesario hacer combinaciones en serie y paralelo de los elementos de un sistema, los elementos en serie se combinan de acuerdo a la siguiente expresión:

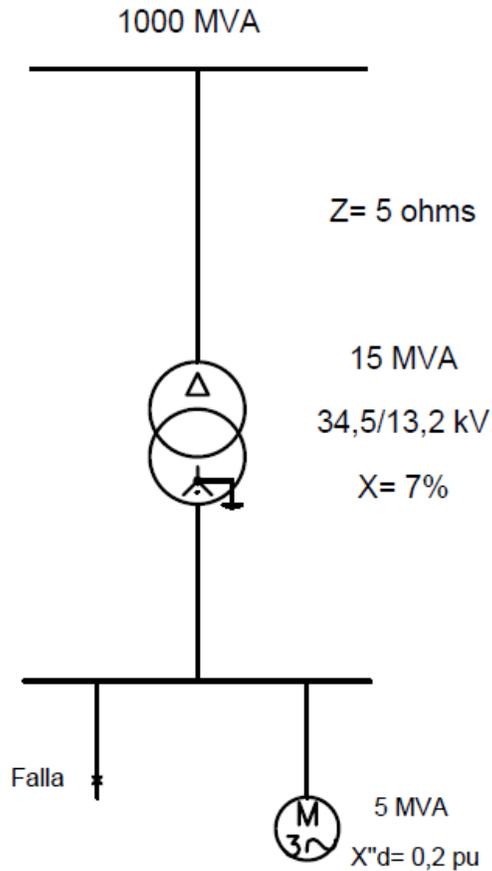
$$MVA_3 = \frac{MVA_1 \times MVA_2}{MVA_1 + MVA_2} \quad (A4-5)$$

Los elementos en paralelo simplemente se suman:

$$MVA_3 = MVA_1 + MVA_2 \quad (A4-6)$$

A4.4.1. Cálculo tipo usando el método de los MVA

Calcular en el punto indicado la corriente de cortocircuito por el método de



los MVA

Fig. A4. 1- Diagrama unifilar para cálculo tipo de cortocircuito (Método MVA)

Aplicando el procedimiento descrito desde a) hasta d) se tiene:

1) $MVA_{cc} = 1000 \text{ MVA}$ (De la ecuación A.4-2)

2) $MVA_{cc2} = \frac{34,5^2}{5} = 238 \text{ MVA}$ (De la ecuación A.4-3)

$$3) MVA_{cc3} = \frac{15}{0,07} = 214 \text{ MVA} \quad (\text{De la ecuación A.4-4})$$

$$4) MVA_{cc4} = \frac{5}{0,2} = 25 \text{ MVA} \quad (\text{De la ecuación A.4-4})$$

Ahora reducimos la topología para encontrar los MVA equivalentes

$$5) MVA_{cc5} = \frac{100 \times 238}{100 + 238} = 192 \text{ MVA} \quad (\text{De la ecuación A.4-5})$$

$$6) MVA_{cc6} = \frac{192 \times 214}{1192 + 214} = 101 \text{ MVA} \quad (\text{De la ecuación A.4-5})$$

En la figura que se muestra a continuación se puede observar de manera gráfica dicho procedimiento donde los cálculos son enumerados según lo anterior del 1 al 6.

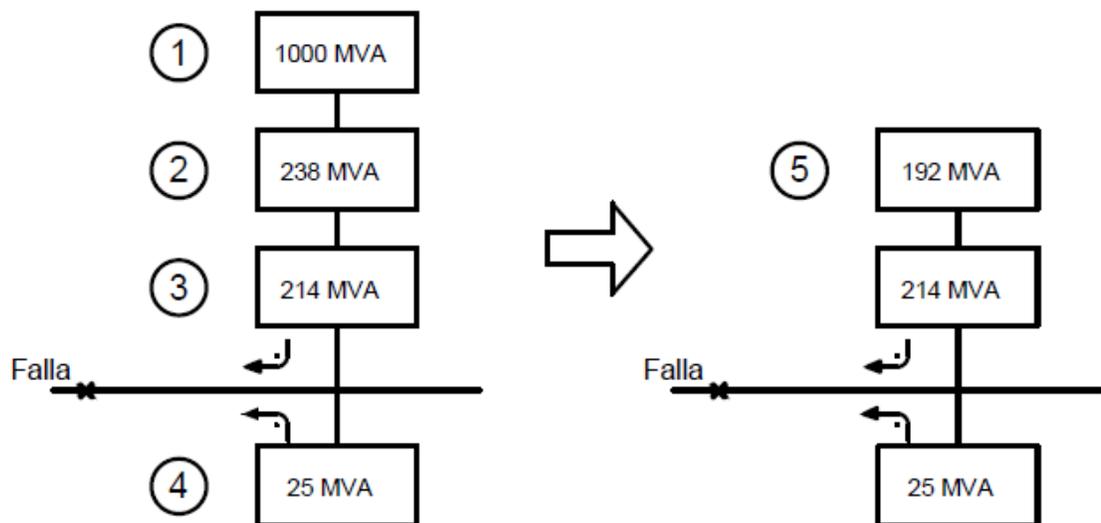


Fig. A4. 2 - Esquema visual de reducción de diagrama unifilar por el método MVA

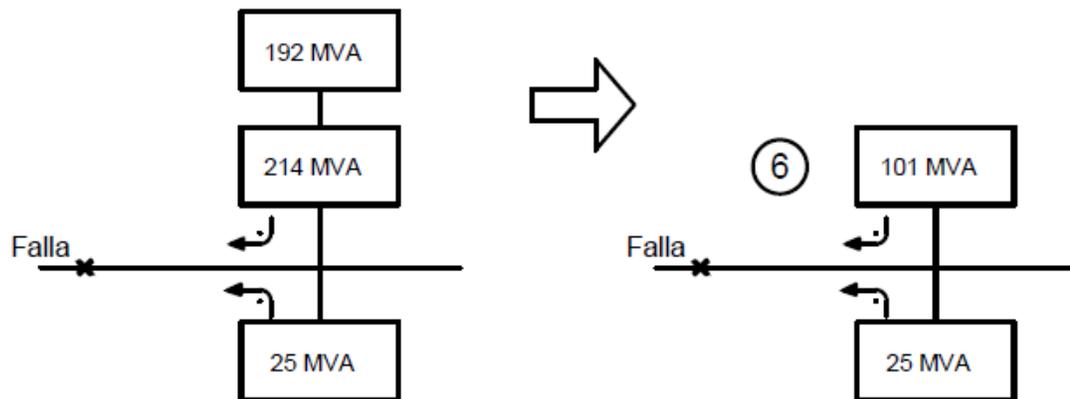


Fig A4.2 – Esquema visual de reducción de diagrama unifilar por el método MVA (continuación)

Finalmente al tener reducida la topología aplicamos la ecuación A4-6 y tenemos los MVA en el punto de falla deseado y así poder calcular la corriente de cortocircuito que es nuestro objetivo fundamental.

$$7) MVA_{cc7} = 101 + 25 = 126 MVA$$

La corriente de cortocircuito trifásica es entonces:

$$I_{cc} = \frac{126MVA}{\sqrt{3} \times 13,2kV} = 5511 A$$

Contribución del sistema a la falla es:

$$I_{cc} = \frac{101MVA}{\sqrt{3} \times 13,2kV} = 4417 A$$

A4.5. Valores de cortocircuito para diagrama unifilar

Para el cálculo del cortocircuito se tomó como referencias las premisas establecidas en la normativa IEEE C37.010 – 1999 “Application guide for AC Voltage” que son las siguientes:

- a) El valor de cortocircuito en el lado de alta del transformador (13,8 kV) es de 15 kA por lo tanto los $MVA_{cc} = 358,534 MVA$
- b) Para motores con una potencia por debajo de 50 HP serán omitidos para el cálculo ya que no contribuyen aportes considerables de corriente. (Nota d Tabla 7 IEEE Std c.37.010.199).
- c) El cálculo de cortocircuito se realizó con el método de los MVA mostrado en el punto A4.4.
- d) La reactancia para transformador y motores se tomó de la referencia [2] que se encuentra establecida en el capítulo 3.
- e) Se asumió $1HP = 746 Watts$.
- f) La distancia de los motores hacia las barras se consideró cero lo cual contempla el caso más negativo ya que al tener una distancia considerable entra en juego la impedancia del cable lo cual disminuye la capacidad de cortocircuito.
- g) Para el caso del cortocircuito monofásico no se calculó ya que los transformadores poseen impedancias en el neutro que limitan el valor del cortocircuito a 600 Amperes en el lado de baja.

A continuación se presentan los diagramas unifilares para el cálculo de cortocircuito trifásico

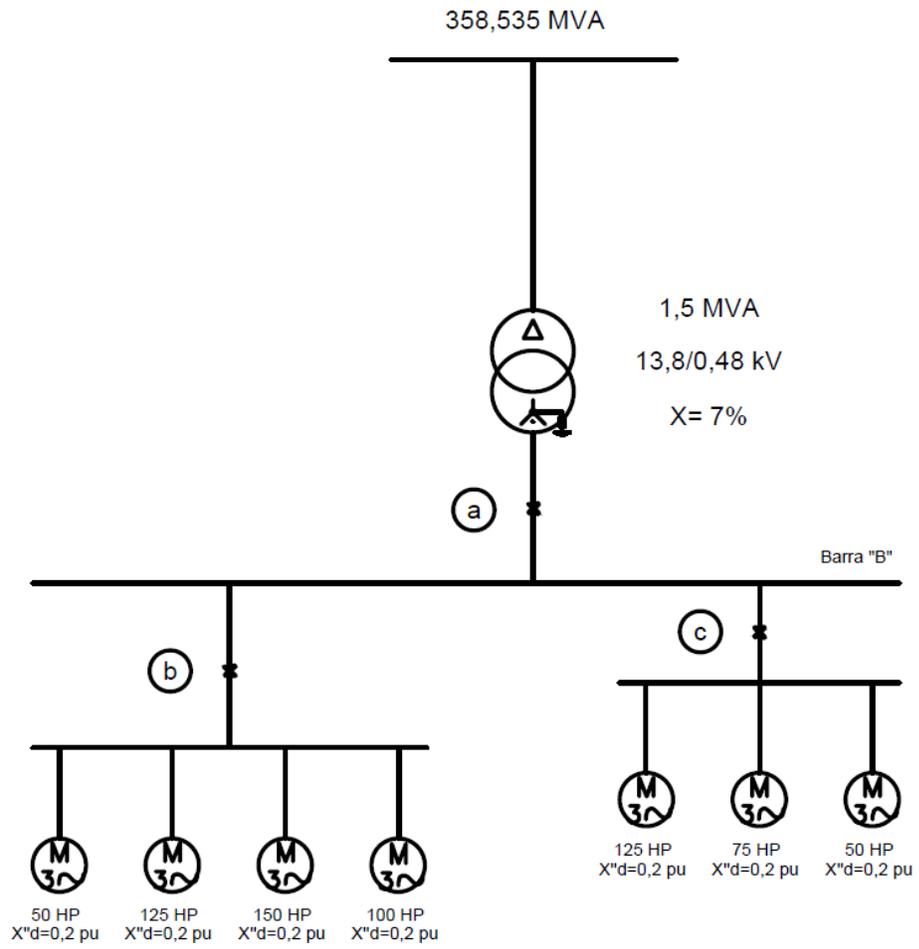


Fig. A4. 3 - Diagrama unifilar para cálculo de cortocircuito (Barra B)

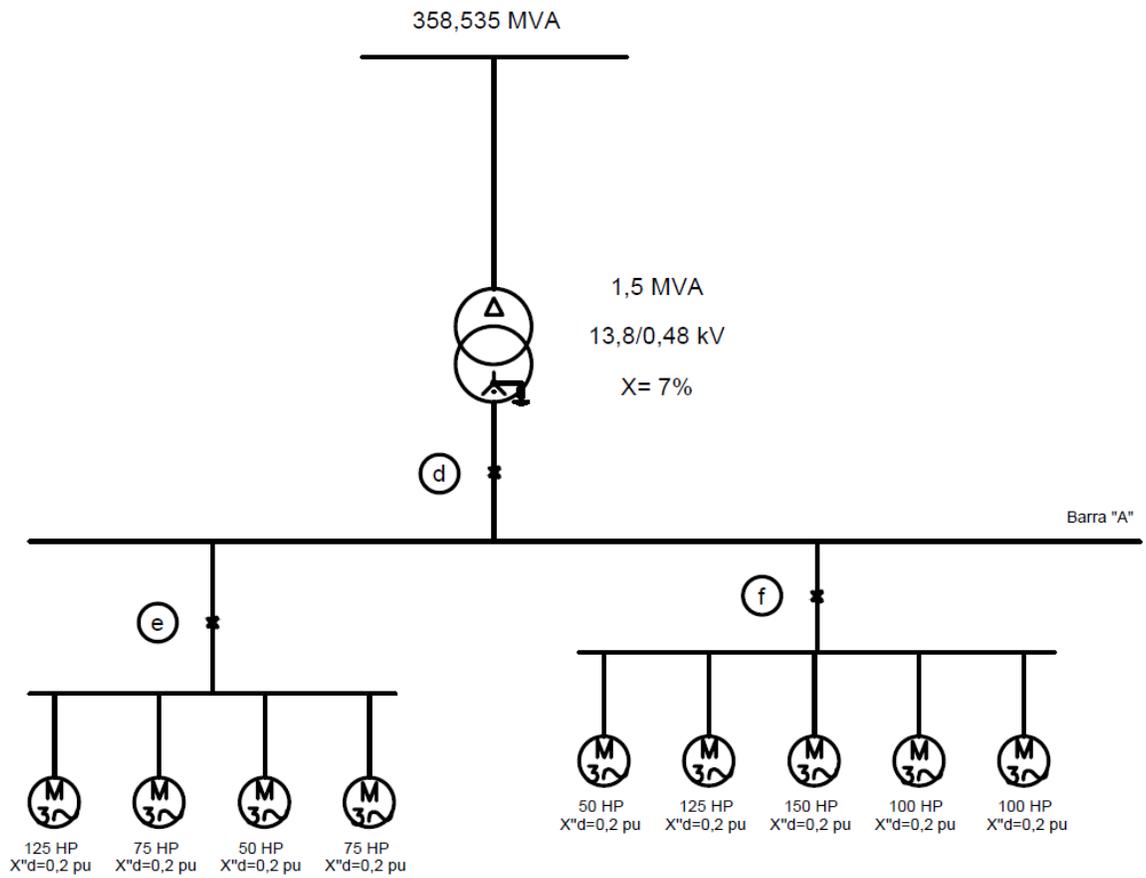


Fig. A4. 4 - Diagrama unifilar para cálculo de cortocircuito (Barra A)

Según las dos figuras anteriores se calcularon los valores de corriente de cortocircuito utilizando el método de los MVA establecido en el punto A4.4 dando como resultado lo siguiente:

Tabla A4. 1 - Cortocircuito trifásico en los puntos señalados

Falla en Punto	$I_{cc}(kA)$
a	27,366
b	
c	
d	28,1742
e	
f	

Tabla A4. 2 - Contribución de MVAs

Contribución	MVA_{cc}
a-b	20,2201
a-c	
b-a	1,6
b-c	
c-a	0,93
c-b	
d-e	20,22
d-f	
e-d	1,21
e-f	
f-d	1,99
f-e	