

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PANAMÁ
CENTRO REGIONAL DE VERAGUAS
EXAMEN SEMESTRAL
TECNOLOGÍA ELÉCTRICA

Fecha: 20 de diciembre del 2021

Facilitador: Ing. Hermes Polanco

Nota: _____

Nombre: Fernando Guiraud

Cédula: 8-945-692

Digitalice todas las hojas donde desarrolló el parcial y envíelas en un archivo en formato pdf, de forma que sean claramente legibles, ordenadas con una orientación que permita leerlas fácilmente. El archivo debe identificarse así: Semestral Tec Elec_Nombre_Apellido.pdf. Envíe el archivo al correo: hermes.polanco@utp.ac.pa antes de las 4:50 pm.

I Parte: Conteste las siguientes preguntas en forma completa, evitando cometer fraude. (5 puntos cada pregunta)

1 - ¿Cuáles son los eventos que produce un arco eléctrico resultado de una falla? Describa los efectos que tiene en el ser humano cada evento.

2 – Describa el procedimiento completo a seguir para utilizar los dispositivos de candado / etiquetas para cortar la energía eléctrica de forma segura.

3 – Defina dispositivos y equipos de protección a utilizar cuando se trabaja con líneas aéreas.

4 – Defina en qué consiste un sistema de tierra aislado y porque se utilizan en los sistemas de telecomunicaciones, incluyendo equipos informáticos, de control, audio y video.

5 - ¿Cómo se debe proceder, si no se pueden aplicar a los dispositivos de protección candados, para asegurar el corte de energía eléctrica?

6 - ¿Qué debe hacerse al llegar a un lugar en donde se deben aplicar los primeros auxilios a una o varias personas? Explique con detalle cada paso.

7 - Enumere y explique los factores que afectan o acentúan los efectos fisiológicos de la corriente eléctrica en el cuerpo humano, según se describe en la norma IEC TS 60479

8 - ¿Qué ventajas ofrece una cámara termográfica cuando se utiliza para realizar rutinas de mantenimiento a equipos de baja y media tensión?

9 - ¿Porqué se debe utilizar un medidor que muestre el valor rms verdadero de voltaje y corrientes?

II Parte: Resuelva los siguientes problemas de forma clara y completa, sin omitir procedimientos ni cometer fraude, de no seguir indicaciones se le descontaran puntos.

1 - Seleccione el conductor adecuado para soportar una corriente de 150 amperios bajo las siguientes condiciones (25 puntos):

- 16 conductores portadores de corriente en el mismo ducto (4 circuitos de cuatro conductores con corriente de 150 A cada uno)
- Se instalará en Santiago de Veraguas (Temperatura ambiente máxima de 37 °C)
- 3 - Estarán a 10 mm del techo expuestos al sol.

2 – Utilice el método punto a punto para calcular la corriente de corto circuito del siguiente sistema de alimentación eléctrica (30 puntos):

- Transformador de 750 kVA, con una impedancia de 3,5%.
- Sistema de alimentación secundaria: 120/208 VAC, estrella aterrizada, tres fases, cuatro conductores.
- Se tienen siete conductores 500 MCM por fase en ductos de PVC. La longitud de los conductores es de 20 pies.

Tabla 310.15(B)(2)(a) Factores de corrección de temperatura ambiente basada en 30°C (86°F)

Para temperaturas ambientes distintas a 30°C (86°F), multiplique las ampacidades permisibles especificadas en las tablas de ampacidad por el factor de corrección apropiado mostrado a continuación.

Temperatura ambiente (°C)	Temperatura nominal del conductor 60°C	Temperatura nominal del conductor 75°C	Temperatura nominal del conductor 90°C	Temperatura ambiente (°F)
10 o menos	1.29	1.20	1.15	50 o menos
11-15	1.22	1.15	1.12	51-59
16-20	1.15	1.11	1.08	60-68
21-25	1.08	1.05	1.04	69-77
26-30	1.00	1.00	1.00	78-86
31-35	0.91	0.94	0.96	87-95
36-40	0.82	0.88	0.91	96-104
41-45	0.71	0.82	0.87	105-113
46-50	0.58	0.75	0.82	114-122
51-55	0.41	0.67	0.76	123-131
56-60	—	0.58	0.71	132-140
61-65	—	0.47	0.65	141-149
66-70	—	0.33	0.58	150-158
71-75	—	—	0.50	159-167
76-80	—	—	0.41	168-176
81-85	—	—	0.29	177-185

Tabla 310.15(B)(3)(c) Ajuste de la temperatura ambiente para canalizaciones o cables expuestos a la luz solar en o por encima de azoteas

Distancia desde encima del techo hasta la parte inferior de la canalización o cable	Sumador de temperatura	
	°C	°F
En el techo 0-13 mm (0 — ½ pulg.)	33	60
Por encima del techo 13 mm (½ pulg.)	22	40
Más de 90 mm — 300 mm (3½ pulg. — 12 pulg.)	17	30
Más de 300 mm — 900 mm (12 pulg. — 36 pulg.)	14	25

Tabla 310.15(B)(3)(a) Factores de ajuste para más de tres conductores portadores de corriente

Cantidad de conductores ¹	Porcentaje de los valores de las Tablas 310.15(B)(16) a 310.15(B)(19) ajustados para la temperatura ambiente, si fuera necesario
4-6	80
7-9	70
10-20	50
21-30	45
31-40	40
41 y más	35

ARTÍCULO 310 — CONDUCTORES PARA CABLEADO EN GENERAL

310.60

Tabla 310.15(B)(16) (antes Tabla 310.16) Ampacidades permisibles en conductores aislados para tensiones nominales de hasta e incluyendo 2000 volts y 60°C a 90°C (140°F a 194°F). No más de tres conductores portadores de corriente en una canalización, cable o tierra (enterrados directamente), basadas en una temperatura ambiente de 30°C (86°F)*.

Calibre AWG o kcmil	Temperatura nominal del conductor [Ver Tabla 310.104(A).]						Calibre AWG o kcmil
	60°C (140°F)	75°C (167°F)	90°C (194°F)	60°C (140°F)	75°C (167°F)	90°C (194°F)	
	Tipos TW, UF	Tipos 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 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	
COBRE						ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE	
18**	—	—	14	—	—	—	—
16**	—	—	18	—	—	—	—
14**	15	20	25	—	—	—	—
12**	20	25	30	15	20	25	12**
10**	30	35	40	25	30	35	10**
8	40	50	55	35	40	45	8
6	55	65	75	40	50	55	6
4	70	85	95	55	65	75	4
3	85	100	115	65	75	85	3
2	95	115	130	75	90	100	2
1	110	130	145	85	100	115	1
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
250	215	255	290	170	205	230	250
300	240	285	320	195	230	260	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
600	350	420	475	285	340	385	600
700	385	460	520	315	375	425	700
750	400	475	535	320	385	435	750
800	410	490	555	330	395	445	800
900	435	520	585	355	425	480	900
1000	455	545	615	375	445	500	1000
1250	495	590	665	405	485	545	1250
1500	525	625	705	435	520	585	1500
1750	545	650	735	455	545	615	1750
2000	555	665	750	470	560	630	2000

*Ver sección 310.15(B)(2) para los factores de corrección de la ampacidad cuando la temperatura ambiente es distinta a 30°C (86°F).

**Ver sección 240.4(D) para limitaciones de protección contra sobrecorriente del conductor.

Table 6. "C" Values for Conductors and Busway

Copper												
AWG or kcmil	Three Single Conductors						Three-Conductor Cable					
	Steel			Nonmagnetic			Steel			Nonmagnetic		
	600V	5KV	15KV	600V	5KV	15KV	600V	5KV	15KV	600V	5KV	15KV
14	389	389	389	389	389	389	389	389	389	389	389	389
12	617	617	617	617	617	617	617	617	617	617	617	617
10	981	981	981	981	981	981	981	981	981	981	981	981
8	1557	1551	1557	1558	1555	1558	1559	1557	1559	1559	1558	1559
6	2425	2406	2389	2430	2417	2406	2431	2424	2414	2433	2428	2420
4	3806	3750	3695	3825	3789	3752	3830	3811	3778	3837	3823	3798
3	4760	4760	4760	4802	4802	4802	4760	4790	4760	4802	4802	4802
2	5906	5736	5574	6044	5926	5809	5989	5929	5827	6087	6022	5957
1	7292	7029	6758	7493	7306	7108	7454	7364	7188	7579	7507	7364
1/0	8924	8543	7973	9317	9033	8590	9209	9086	8707	9472	9372	9052
2/0	10755	10061	9389	11423	10877	10318	11244	11045	10500	11703	11528	11052
3/0	12843	11804	11021	13923	13048	12360	13656	13333	12613	14410	14118	13461
4/0	15082	13605	12542	16673	15351	14347	16391	15890	14813	17482	17019	16012
250	16483	14924	13643	18593	17120	15865	18310	17850	16465	19779	19352	18001
300	18176	16292	14768	20867	18975	17408	20617	20051	18318	22524	21938	20163
350	19703	17385	15678	22736	20526	18672	19557	21914	19821	22736	24126	21982
400	20565	18235	16365	24296	21786	19731	24253	23371	21042	26915	26044	23517
500	22185	19172	17492	26706	23277	21329	26980	25449	23125	30028	28712	25916
600	22965	20567	17962	28033	25203	22097	28752	27974	24896	32236	31258	27766
750	24136	21386	18888	28303	25430	22690	31050	30024	26932	32404	31338	28303
1000	25278	22539	19923	31490	28083	24887	33864	32688	29320	37197	35748	31959
Aluminum												
14	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236
12	375	375	375	375	375	375	375	375	375	375	375	375
10	598	598	598	598	598	598	598	598	598	598	598	598
8	951	950	951	951	950	951	951	951	951	951	951	951
6	1480	1476	1472	1481	1478	1476	1481	1480	1478	1482	1481	1479
4	2345	2332	2319	2350	2341	2333	2351	2347	2339	2353	2349	2344
3	2948	2948	2948	2958	2958	2958	2948	2956	2948	2958	2958	2958
2	3713	3669	3626	3729	3701	3672	3733	3719	3693	3739	3724	3709
1	4645	4574	4497	4678	4631	4580	4686	4663	4617	4699	4681	4646
1/0	5777	5669	5493	5838	5766	5645	5852	5820	5717	5875	5851	5771
2/0	7186	6968	6733	7301	7152	6986	7327	7271	7109	7372	7328	7201
3/0	8826	8466	8163	9110	8851	8627	9077	8980	8750	9242	9164	8977
4/0	10740	10167	9700	11174	10749	10386	11184	11021	10642	11408	11277	10968
250	12122	11460	10848	12862	12343	11847	12796	12636	12115	13236	13105	12661
300	13909	13009	12192	14922	14182	13491	14916	14698	13973	15494	15299	14658
350	15484	14280	13288	16812	15857	14954	15413	16490	15540	16812	17351	16500
400	16670	15355	14188	18505	17321	16233	18461	18063	16921	19587	19243	18154
500	18755	16827	15657	21390	19503	18314	21394	20606	19314	22987	22381	20978
600	20093	18427	16484	23451	21718	19635	23633	23195	21348	25750	25243	23294
750	21766	19685	17686	23491	21769	19976	26431	25789	23750	25682	25141	23491
1000	23477	21235	19005	28778	26109	23482	29864	29049	26608	32938	31919	29135

1. ¿Cuáles son los eventos que produce un arco eléctrico resultado de una falla?

Describa los efectos que tiene en el ser humano cada evento.

Evento	Efecto en el ser humano
Altas elevaciones de Temperatura	La exposición a altas temperaturas produce quemaduras
Diferencia de Potencial	Choque eléctrico puede producir paro cardíaco.
Evaporación de líquidos	Puede provocar una quemadura de forma inmediata. Es consecuencia de la alta temperatura.

Los efectos producidos en el cuerpo humano debido a la conducción de corriente a través del cuerpo puede ser de un arco, dependen de la cantidad de corriente que pasa.

2. Describa el procedimiento completo a seguir para utilizar los dispositivos de candado/etiquetas para cortar la energía eléctrica de forma segura

1. Consiga una copia del procedimiento a usar para apagar el equipo.
2. El empleado autorizado sabrá el tipo y magnitud de energía que utiliza la máquina y entenderá los peligros.
3. Si la máquina o equipo está funcionando; apáguela oprimiendo el botón de paro
4. No ponga en peligro a los empleados durante el proceso de apagar
5. Opere el interruptor o aparato de aislamiento de energía.
6. La energía almacenada tiene que disiparse o retenerse mediante métodos tales como reposicionamiento, bloqueo, purga.
7. Nunca quite un interruptor eléctrico bajo tensión.
8. Bloquee o etiquete los mecanismos de aislamiento de energía con candados o rotullos asignados.
9. Use solamente aparatos que cumplan las normas.
10. Si usa rotullos en vez de candados, fíjelos en el mismo lugar y de la misma manera como se haría con un candado.

3. Defina dispositivos y equipos de protección a utilizar cuando se trabaja con líneas aéreas.

- Dispositivo de protección contra sobretensiones (SPD) para linea aerea.
Son pararrayos con protección térmica, están diseñados para proporcionar protección para líneas aéreas de bajo voltaje.
- Empalmes y conexiones
Es la unión de dos o más cables de una instalación eléctrica o dentro de un aparato o equipo electrónico.
- Equipo de puesta a tierra
Tiene el objetivo de proteger al trabajador a un posible retorno de corriente durante los trabajos de reparación.
- Guantes dielectricos
Se encargan de aislar las manos y brazos del operador para evitar descargas directas.
- Protección de fase para líneas aéreas (fusibles)
encargados de evitar que el cableado se dañe debido a exceso de energía circulando.

4. Defina en que consiste un sistema de tierra aislado y porque se utilizan en los sistemas de telecomunicaciones, incluyendo equipos informaticos, de control, audio y video.

Un sistema de tierra aislado es un dispositivo que no comparte una ruta a tierra en común con el resto del sistema eléctrico.

Estos sistemas se utilizan en las telecomunicaciones, equipos informaticos, de control, audio y video por las siguientes ventajas:

- Localización de fallos durante el servicio
- Menores costos de comprobación
- Mayor protección contra incendios
- Mayor protección de las personas

Ademas, estos equipos mencionados usan bajos voltajes por lo que tener tierras independientes no considera un peligro significativo.

5. ¿Cómo se debe proceder, si no se pueden aplicar a los dispositivos de protección candados, para asegurar el corte de energía eléctrica?

Si no es posible aplicar los dispositivos de protección de candados se debe proceder con extrema precaución y con un detallado esquema de todas las conexiones y niveles de energía contar con el personal idóneo y seguir las normas de seguridad establecidas.

No confiar en el código de colores y verificar los voltajes que sean posibles.

6. ¿Qué debe hacerse al llegar a un lugar en donde se deben aplicar los primeros auxilios a una o varias personas? Explique con detalle cada paso

1. Primero se debe inspeccionar que el área sea segura antes de aproximarse a las personas.
2. Verificar el estado de conciencia y posibles datos del entorno que puedan ser útiles al personal de salud
3. Si la persona no está consciente, verificar que no tenga lesiones graves y proceder con RCP
4. Llamar al personal de salud y dar la mayor cantidad de información posible
5. Si la persona tiene hemorragias, la primera prioridad es detener el sangrado
6. Proceder con cuidado a la revisión y el RCP, las fracturas pueden producir perforaciones en los órganos internos con movimientos leves.

7. Enumere y explique los factores que afectan o acentúan los efectos fisiológicos de la corriente eléctrica en el cuerpo humano, según se describe en la norma IEC TS 60479

Los valores de la impedancia corporal

- Factor de desviación (FD): es la impedancia corporal total porcentual de la población.

- Factor de corriente cardíaca (F)

Relaciona la intensidad del campo eléctrico en el corazón para un rata de corriente dada

- Factor de equivalencia (K) (ac/dc)

Relación de corriente continua a su valor equivalente rms de corriente alterna que tiene la misma posibilidad de inducir fibrilación ventricular.

Algunos factores adicionales como:

- Traекторia de la corriente
- Tensión de contacto
- Duración del flujo de corriente
- Frecuencia
- grado de humedad de la piel
- área superficial de contacto
- Presión ejercida
- Temperatura

8. ¿Qué ventajas ofrece una cámara termográfica cuando se utiliza para realizar rutinas de mantenimiento a equipos de baja y media tensión?

La cámara termográfica nos permite encontrar fácilmente empalmes con mal contacto que producen aumentos de la temperatura del conductor, cables en general que se están sobrecargando y con la cámara termográfica podemos almacenar todos los datos de las temperaturas en imágenes para después de la inspección, poder revisar los datos.

También, es posible hacer comparaciones de temperaturas en más de un punto.

9. ¿Porque se debe utilizar un medidor que muestre el valor rms verdadero de voltaje y corrientes?

El valor RMS, raíz cuadrática media como su nombre lo dice, es el valor promedio, lo cual nos sirve para tener un valor más estable que los picos de corriente y voltaje de la onda senoidal.

II Parte

Sopportar 150A

- 16 conductores (4 circuitos de 150A c/u)
- Temp. Max 37°C
- 10mm del techo expuesto al sol

$$I = 150\text{A}$$

Tabla 310.15(B)(3)(c)

$$\Delta T_{sol} = 33^{\circ}\text{C}$$

$$T_{amb \text{ corregida}} = T_{amb} + \Delta T_{sol} = (37 + 33)^{\circ}\text{C} = 70^{\circ}\text{C}$$

$$FT_{amb \text{ corr}} = 0.33 \quad FT_{\# \text{ cond}} = 0.5$$

$$\text{Ampacidad} = I / (FT_{amb \text{ corr}} \cdot FT_{\# \text{ cond}})$$

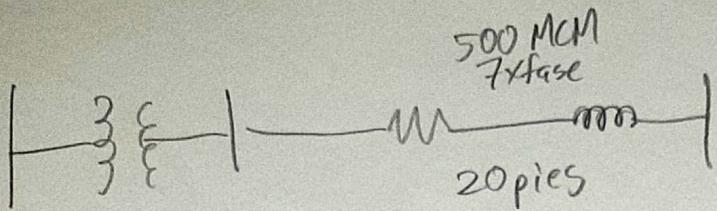
$$\text{Ampacidad} = \frac{150}{(0.33)(0.5)} = 909.09\text{A}$$

Segun la tabla

Se deberia utilizar un conductor THHN

se pasa de los valores de la tabla

700 kcmil THHW:THWN



750 KVA

120/208

35%

$\frac{Y}{Z}$

I_{cc1} = del transformador

I_{cc2} = de linea

• Corriente

$$I_{pc} = \frac{KVA \times 1000}{V_{LL} \times \sqrt{3}} = \frac{(750)(1000)}{\sqrt{3} \times 208} = \boxed{2081.79A}$$

Corriente de corto circuito

$$I_{cc1} = \frac{I_{pc}}{\left(\frac{Y-Z}{100}\right)} = \frac{2081.79A}{\left(\frac{35}{100}\right)} = \boxed{59479.7A}$$

factor f

$$f = \frac{\sqrt{3} \times L \times I_{cc1}}{C \times n \times V_{LL}} \rightarrow \text{de tabla}$$

$C_{100} = 22185$ conductor monopolar

$$f = \frac{(\sqrt{3})(20)(59479.7A)}{(22185)(7)(208V)} = \boxed{0.0638}$$

$n = 7$
 $L = 20 \text{ pies}$

• Multiplicador "M"

$$M = \frac{1}{1+f} = \frac{1}{1+0.0638} = 0.9400$$

Corriente de corto circuito

$$I_{cc2} = I_{cc1} \times M = (59479.7A)(0.94) = \boxed{55910.9A}$$