

## Instalaciones Eléctricas – Examen 17-12-22

### Indicaciones:

Escribir nombre y CI en todas las hojas.

Numerar todas las hojas con el formato x/y, siendo “x” el n° de hoja actual e “y” el n° total de hojas.

Comenzar a responder cada pregunta y ejercicio en una hoja nueva. Escribir solamente de un lado de cada hoja.

Entregar las hojas dobladas por pregunta/ejercicio y con el nombre visible.

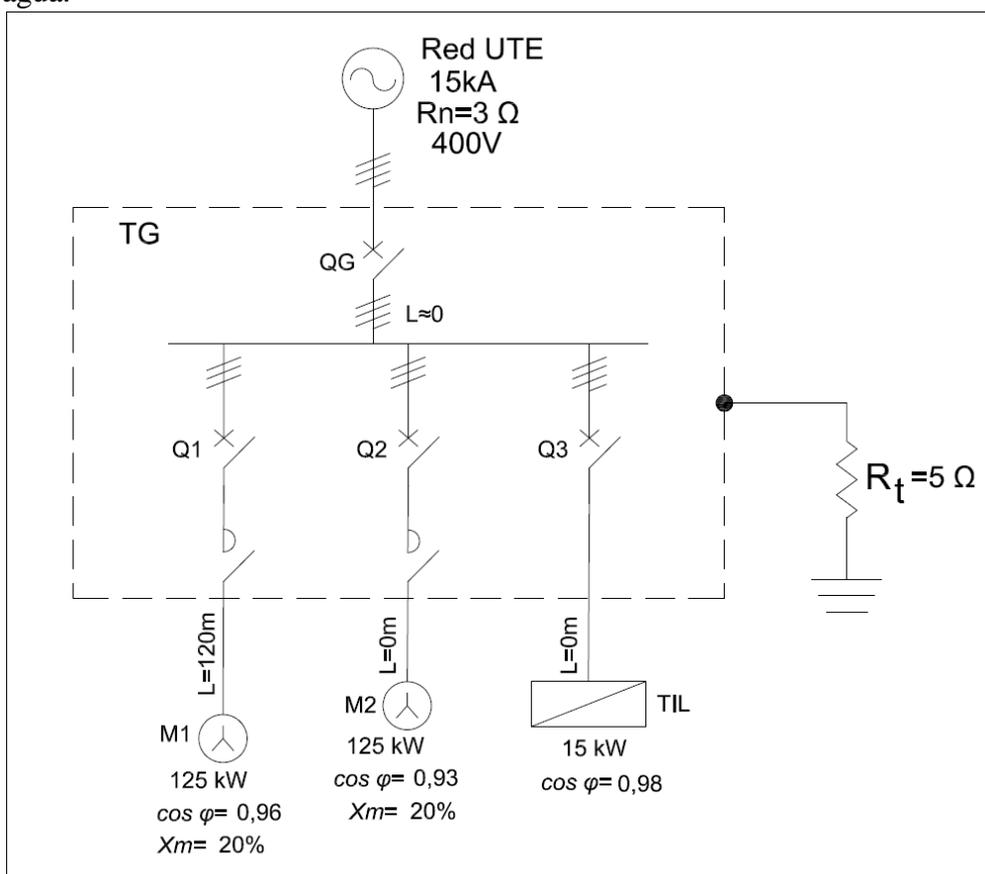
El uso de teléfono y/o cualquier material durante el transcurso de la prueba conllevará a la inmediata anulación de la misma.

### Condiciones mínimas de aprobación:

1. Obtener al menos un 75% del puntaje total del ejercicio, y
2. Obtener al menos un 75% del puntaje en 2 de las 3 preguntas u obtener un 50% en cada una de las 3 preguntas.

### Ejercicio

El unifilar de la figura muestra la instalación eléctrica de una estación de bombeo de agua.



La conexión a la red de UTE es en BT 400Vac con neutro.

M1 y M2 son bombas de agua. La bomba M1 es de la toma del río para potabilizar y se utiliza solamente de 8 a 16hs. Mientras que la M2 se utiliza para bombeo de agua para servicios menores en la planta, se puede encender durante las 24 hs.

El tablero TIL es solamente para iluminación de la estación de bombeo y se enciende en la noche de 18 a 6hs.

Los cables de alimentación del TG desde UTE y los de alimentación de M2 y TIL son de largo despreciable.

Datos para todo el ejercicio:

- El ambiente se considera seco
- Todos los motores se pueden modelar con una reactancia del 20%.
- La temperatura ambiente máxima del terreno en esta área es de 30°C.
- Los cables de neutro y/o tierra son de 50% de la sección de fase (o siguiente normalizada)
- Datos para el cable:

$$\rho_{Cu} = 0.0225 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$$

$$x = 0.09 \text{ m}\Omega/\text{m}.$$

- Calcular el factor de demanda de la instalación.
- Calcular los PdC mínimos para los interruptores del tablero general.  
En esta parte se puede despreciar el largo del cable que alimenta el motor M1.
- Dimensionar el cable que alimenta el motor M1 por corriente admisible y caída de tensión.  
Instalación enterrada directo en el suelo, método D. Los motores M1 y M2 comparten parcialmente zanja donde están enterrados y sin distancia entre ellos. Aislación XLPE, conductor Cu.
- Seleccionar la protección termomagnética Q1 del catálogo adjunto.
- Se debe cumplir con la protección de las personas contra contactos indirectos.
  - Indique qué tipos de dispositivos instalaría y dónde (o si ya son parte de la instalación), para lograr una protección contra contactos indirectos en toda la instalación.
  - Independientemente de la respuesta de la parte anterior, para proteger contra un contacto indirecto sobre la carcasa del motor M1, calcule los requisitos que debe de cumplir el dispositivo.

Catálogo de cables:

**Método D**

	Sección mm <sup>2</sup>	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300
		Cobre	PVC2	20,5	27,5	36	44	59	76	98	118	140	173	205	233	264	296
PVC3	17		22,5	29	37	49	63	81	97	115	143	170	192	218	245	282	319
XLPE2	24,5		32,5	42	53	70	91	116	140	166	204	241	275	311	348	402	455
XLPE3	21		27,5	35	44	58	75	96	117	138	170	202	230	260	291	336	380
Aluminio	XLPE2					70	89	107	126	156	185	211	239	267	309	349	
	XLPE3					58	74	90	107	132	157	178	201	226	261	295	

**TABLA 52-E2:**  
FACTORES DE REDUCCIÓN POR AGRUPAMIENTO DE VARIOS CIRCUITOS, CABLES DIRECTAMENTE ENTERRADOS (MÉTODO D)

Números de circuitos	Distancia entre cables (a)				
	Nula (cables en contacto)	Un diámetro de cable	0,125 m	0,25 m	0,5 m
2	0,75	0,80	0,85	0,90	0,90
3	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85
4	0,60	0,60	0,70	0,75	0,80
5	0,55	0,55	0,65	0,70	0,80
6	0,50	0,55	0,60	0,70	0,80

TABLA 52-D2:

FACTORES DE CORRECCIÓN DE LA INTENSIDAD ADMISIBLE PARA TEMPERATURAS AMBIENTE DEL TERRENO DIFERENTES DE 25 °C A APLICAR PARA CABLES EN CONDUCTOS ENTERRADOS

Temperatura del terreno °C	Aislamiento	
	PVC	XLPE y EPR
10	1,16	1,11
15	1,11	1,08
20	1,06	1,05
25	1,00	1,00
30	0,94	0,97
35	0,88	0,93
40	0,81	0,86
45	0,75	0,83
50	0,66	0,79
55	0,58	0,74
60	0,47	0,68
65	-	0,62
70	-	0,55
75	-	0,48
80	-	0,39

Catálogo de interruptores termomagnéticos:

## Interruptores automáticos para distribución de potencia

Características eléctricas

	Tmax T1 1P	Tmax T1			Tmax T2				Tmax T3		Tmax T4				
Corriente permanente asignada [A]	160	160			160				250		250/320				
Polos [N°]	1	3/4			3/4				3/4		3/4				
Tensión asignada de servicio, <b>Ue</b> (AC) 50-60 Hz [V]	240	690			690				690		690				
(DC) [V]	125	500			500				500		750				
Tensión asignada soportada a impulso, <b>Uimp</b> [kV]	8	8			8				8		8				
Tensión asignada de aislamiento, <b>Ui</b> [V]	500	800			800				800		1000				
Tensión de prueba a frecuencia industrial 1 min. [V]	3000	3000			3000				3000		3500				
Poder asignado de corte último en cortocircuito, <b>Icu</b>	<b>B</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>N</b>	<b>N</b>	<b>S</b>	<b>H</b>	<b>L</b>	<b>N</b>	<b>S</b>	<b>N</b>	<b>S</b>	<b>H</b>	<b>L</b>	<b>V</b>
(AC) 50-60 Hz 220/230 V [kA]	25*	25	40	50	65	85	100	120	50	85	70	85	100	200	200
(AC) 50-60 Hz 380/400/415 V [kA]	-	16	25	36	36	50	70	85	36	50	36	50	70	120	200
(AC) 50-60 Hz 440 V [kA]	-	10	15	22	30	45	55	75	25	40	30	40	65	100	180
(AC) 50-60 Hz 500 V [kA]	-	8	10	15	25	30	36	50	20	30	25	30	50	85	150
(AC) 50-60 Hz 690 V [kA]	-	3	4	6	6	7	8	10	5	8	20	25	40	70	80
(DC) 250 V - 2 polos en serie [kA]	25 (a 125 V)	16	25	36	36	50	70	85	36	50	36	50	70	100	150
(DC) 250 V - 3 polos en serie [kA]	-	20	30	40	40	55	85	100	40	55	-	-	-	-	-
(DC) 500 V - 2 polos en serie [kA]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25	36	50	70	100
(DC) 500 V - 3 polos en serie [kA]	-	16	25	36	36	50	70	85	36	50	-	-	-	-	-
(DC) 750 V - 3 polos en serie [kA]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	25	36	50	70
Poder asignado de corte de servicio en cortocircuito, <b>Ics</b>															
(AC) 50-60 Hz 220/230 V [%Icu]	75%	100%	75%	75%	100%	100%	100%	100%	75%	50%	100%	100%	100%	100%	100%
(AC) 50-60 Hz 380/400/415 V [%Icu]	-	100%	100%	75%	100%	100%	100%	75% (70 kA)	75%	50% (27 kA)	100%	100%	100%	100%	100%
(AC) 50-60 Hz 440 V [%Icu]	-	100%	75%	50%	100%	100%	100%	75%	75%	50%	100%	100%	100%	100%	100%
(AC) 50-60 Hz 500 V [%Icu]	-	100%	75%	50%	100%	100%	100%	75%	75%	50%	100%	100%	100%	100%	100%
(AC) 50-60 Hz 690 V [%Icu]	-	100%	75%	50%	100%	100%	100%	75%	75%	50%	100%	100%	100%	100%	100%
Poder asignado de cierre en cortocircuito, <b>Icm</b>															
(AC) 50-60 Hz 220/230 V [kA]	52,5	52,5	84	105	143	187	220	264	105	187	154	187	220	440	660
(AC) 50-60 Hz 380/400/415 V [kA]	-	32	52,5	75,6	75,6	105	154	187	75,6	105	75,6	105	154	264	440
(AC) 50-60 Hz 440 V [kA]	-	17	30	46,2	63	94,5	121	165	52,5	84	63	84	143	220	396
(AC) 50-60 Hz 500 V [kA]	-	13,6	17	30	52,5	63	75,6	105	40	63	52,5	63	105	187	330
(AC) 50-60 Hz 690 V [kA]	-	4,3	5,9	9,2	9,2	11,9	13,6	17	7,7	13,6	40	52,5	84	154	176
Tiempo de apertura (415 V) [ms]	7	7	6	5	3	3	3	3	7	6	5	5	5	5	5
Categoría de uso (IEC 60947-2)	A	A			A				A		A				
Norma de referencia	IEC 60947-2	IEC 60947-2			IEC 60947-2				IEC 60947-2		IEC 60947-2				
Aptitud al seccionamiento	■	■			■				■		■				
Relés:	termomagnético														
T fijo, M fijo	TMF	■													
T regulable, M fijo	TMD	■													
T regulable, M regulable (5...10 x In)	TMA	■ (hasta 50 A)													
T regulable, M fijo (3 x In)	TMG	■ (hasta 250 A)													
T regulable, M regulable (2,5...5 x In)	TMG	■													
sólo magnético	MA	■ (MF hasta In 12,5 A)													

Aclaraciones extras:

- T: modulo de disparo térmico
- M: modulo de disparo magnético
- TMF: T fijo en la In, M fijo en 10xIn
- TMD: T regulable de 0,5 a 1 en pasos de 0,1, M fijo en 10xIn
- TMA: T regulable de 0,5 a 1 en pasos de 0,1, M regulable en pasos de 1.

- TMG: T regulable de 0,5 a 1 en pasos de 0,1, M regulable en pasos de 0,5.
- MA: M regulable en pasos de 1 hasta  $10xI_n$ .

Tiempos máximos de seguridad:

Tabla 5: Tiempos máximos de seguridad en función de la tensión de contacto y de las condiciones de humedad		
Tensión de contacto (V)	Tiempos máximos (s)	
	Estado seco	Estado mojado
25	$\infty$	$\infty$
50	$\infty$	0,48
75	0,60	0,30
90	0,45	0,25
120	0,34	0,18
150	0,27	0,12
220	0,17	0,05
280	0,12	0,02
350	0,08	-
500	0,04	-

Característica normalizada IEC de disparo de los interruptores diferenciales:

Corriente falla	$\Delta I_n$	$2\Delta I_n$	$5\Delta I_n$
Tiempo máximo de apertura (s):	0,3	0,15	0,04

### Pregunta 1

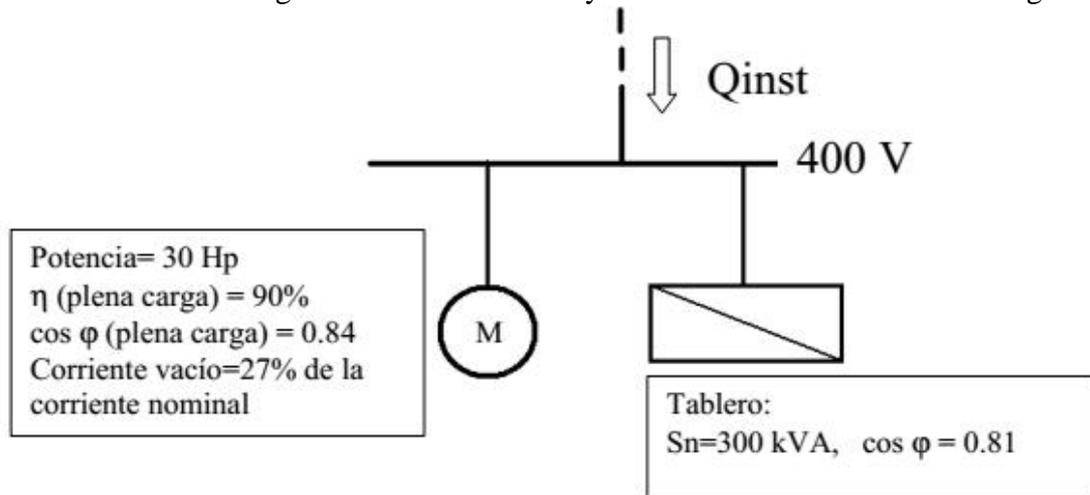
- Indicar cuales son los objetivos generales de una puesta a tierra.
- ¿De qué depende el valor de la Resistencia de una puesta a tierra? Escribir una expresión matemática genérica para todas las configuraciones, indicando el significado de cada término.
- Una planta industrial cuenta con una puesta a tierra donde la configuración consta de tres jabalinas verticales de 3 m de longitud unidas entre sí por un cable de cobre de  $50\text{mm}^2$  de sección, de 10 m de longitud, enterrado a 0,5 m de profundidad.

Como parte de la rutina de mantenimiento de la instalación eléctrica, se debe verificar el valor de la Resistencia de la puesta a tierra.

Realice un diagrama de conexión del instrumento de medida, indicando que precaución se debe considerar para las distancias a las cuales instalar las picas auxiliares de medida.

## Pregunta 2

La instalación de la figura alimenta un motor y un tablero tal como muestra la figura:



- Se desea compensar reactiva en forma directa sobre el motor. Calcular la máxima potencia reactiva a instalar en forma segura para el motor.
- Considerando que se implementará la compensación calculada para la parte a), calcular el banco adicional necesario para anular totalmente el consumo de reactiva de la instalación ( $Q_{inst}$ )
- Si se desea reducir las pérdidas en los cables que alimentan al tablero, discutir la conveniencia de la colocación de dicho banco adicional en barra general de la instalación o en forma directa sobre el tablero, calculando el porcentaje de reducción de las pérdidas en un caso respecto del otro.

## Pregunta 3

- Definir  $I_Z$ , capacidad de conducción de corriente (o corriente admisible) de un cable.
- ¿De qué depende el valor de  $I_Z$  de un cable?
- Explique cualitativamente qué variación sufre  $I_Z$  en un cable que se instala en un local donde su temperatura ambiente es distinta a la que se toma como referencia para confeccionar las tablas de corriente admisible, justificando su respuesta.
- Explique cualitativamente qué variación sufre  $I_Z$  en un cable que se instala en un ducto cerrado, respecto a una instalación del mismo cable en una bandeja al aire libre, justificando su respuesta.