Ministerio de Cultura y Educación de la Nación
Universidad Nacional de Cuyo
Facultad de Ingeniería

ELECTROTECNIA

GABINETE PETRÓLEOS 2025

Soluciones Trabajo Práctico N°9

APLICACIONES EN LA INDUSTRIA PETROLERA

EN ACCION CONTINUA

ASIGNATURA:			***CURSO:***	***SEMESTRE:***
ELECTROTECNIA			*2°*	*4°*
ALUMNO	FOTO	***NOMBRE Y APELLIDO:***		
		Legajo N°:	***ESPECIALIDAD:*** *ING. de PETRÓLEOS*	***AÑO:*** *2026*
DOCENTES	***Prof. Tit.***	*Ing. Alejandro. FARA*		
	J.T.P.	*Ing. José CORBACHO*		
	J.T.P.	*Ing. Orlando ROMERO*		
	J.T.P.	*Ing. David MOLINA*		

TRABAJO PRÁCTICO DE GABINETE N°	***9***	***DENOMINACIÓN DEL PRÁCTICO:*** APLICACIONES EN LA INDUSTRIA PETROLERA
		OBJETIVOS: *Ver carátula*

FECHA DE ENTREGA	***REVISIÓN N°***	***FECHA***	***FIRMA***
_____/_____/_____	*1ª:*	__/__/__	
	2ª:	__/__/__	
	APROBACIÓN	__/__/__	

EJERCICIOS

N°	OBSERVACIONES	V°B°	N°	OBSERVACIONES	V°B°
1.-			*7.-*		
2.-			*8.-*		
3.-			*9.-*		
4.-			*10.-*		
5.-			*11.-*		
6.-					

CATALOGOS Y NORMAS	***REVISIÓN N°***	***FECHA***
……	***REV. 0***	07/08/25
……	***REV. 1***	__/__/__
……	***REV. 2***	__/__/__
……	***REV. 3***	__/__/__

1. Aparato de Bombeo Individual (AIB) con Variador de Frecuencia (VFD)

Un pozo opera con una unidad de bombeo mecánico (AIB) accionado por un motor eléctrico de 50HP (37,3kW) accionado a través de un variador de frecuencia (VFD). La eficiencia del motor es del 90%. La carga auxiliar del pozo (iluminación, telemetría y sensores) es de 3kW. Se requiere operar el generador a un 80% de su capacidad continua ($F_{\text{seguridad}} = 1{,}25$). Se desea calcular a) la potencia activa de entrada al motor ($P_{\text{e, motor}}$); b) Obtener la Potencia Total; c) la potencia Aparente para un $\cos\varphi = 0{,}8$**;** d) La potencia aparente, aplicando un margen de Factor de seguridad del 25%

Resolución:

1. **Calcular la potencia activa de entrada al motor ($P_{\text{e, motor}}$):**

$$P_{\text{e, motor}} = \frac{P_{\text{mecánica}}}{\eta} = \frac{37{,}3\ \text{kW}}{0{,}90} = 41{,}44\ \text{kW}$$

2. **Sumar cargas continuas totales (P_{total}):**

$$P_{\text{total}} = 41{,}44\ \text{kW} + 3\ \text{kW} = 44{,}44\ \text{kW}$$

3. **Convertir a Potencia Aparente (S_{continua} en kVA) usando $\cos\varphi = 0{,}8$:**

$$S_{\text{continua}} = \frac{P_{\text{total}}}{\cos\varphi} = \frac{44{,}44\ \text{kW}}{0{,}8} = 55{,}55\ \text{kVA}$$

4. **Aplicar margen de seguridad del 80% de carga continua ($F_{\text{seguridad}} = 1{,}25$):**

$$S_{\text{requerida}} = 55{,}55\ \text{kVA} \times 1{,}25 = 69{,}44\ \text{kVA}$$

Se dimensiona un grupo electrógeno comercial diésel de **75kVA (PRP - Prime Power)**.

2. Bomba Electro sumergible (BES) con Arranque Directo (DOL)

Se requiere alimentar una Bomba Electro sumergible (BES) de 150HP (11,9 kW) en un pozo profundo. No cuenta con VFD, sino con arranque directo a la red (DOL) con un factor de impacto por corriente de arranque de 2,5 sobre la capacidad del generador para soportar la caída de tensión. Eficiencia del motor = 92%.

Obtener: a) Potencia eléctrica activa de consumo continuo; b) Potencia aparente de régimen continuo; c) La potencia aparente considerando el impacto del pico de arranque para arranque directo. -

Resolución:

1. **Potencia eléctrica activa de consumo continuo:**

$$P_{\text{eléctrica}} = \frac{111{,}9\ \text{kW}}{0{,}92} = 121{,}63\ \text{kW}$$

2. **Potencia aparente de régimen continuo:**

$$S_{\text{continua}} = \frac{121{,}63\ \text{kW}}{0{,}8} = 152{,}04\ \text{kVA}$$

3. **Consideración del impacto del pico de arranque (arranque directo):**

$$S_{\text{arranque}} = S_{\text{continua}} \times 2{,}5 = 152{,}04\ \text{kVA} \times 2{,}5 = 380{,}1\ \text{kVA}$$

Para soportar el pico de transitorio sin disparar protecciones ni generar caídas excesivas de tensión, se requiere un grupo electrógeno de 400kVA.

(Nota: Si se agregara un arrancador suave o VFD, la potencia requerida caería a aprox. 200kVA)

3. Clima Severo y Altitud (Corrección por desrate (pérdida gradual del material y eficiencia en sus piezas internas, pistones, cilindros, anillos y válvulas) del motor diésel

Un pozo petrolero requiere 100kVA de potencia aparente continua en condiciones estándar. Sin embargo, el sitio de instalación en la Cuenca Neuquina/Puna está a 2500snm y la temperatura máxima ambiente es de 40°C.

El fabricante indica un **desrate del 3% por cada** 300m por encima de los 1000snm, y un **2% por cada** 5°C por encima de los 25°C. Calcular a) la pérdida de potencia por altitud; b) La pérdida de potencia por temperatura; c) El Factor de desrate total; d) la potencia aparente nominal requerida a nivel de placa

Resolución:

1. **Calcular pérdida por altitud:**

$$\text{Altitud exceso} = 2.500\ \text{m} - 1.000\ \text{m} = 1.500\ \text{m}$$

$$\%_{\text{desrate altitud}} = \left(\frac{1.500}{300}\right) \times 3\% = 15\%$$

2. **Calcular pérdida por temperatura:**

$$\text{Temp exceso} = 40°\text{C} - 25°\text{C} = 15°\text{C}$$

$$\%_{\text{desrate temp}} = \left(\frac{15}{5}\right) \times 2\% = 6\%$$

3. **Factor de desrate total (F_{desrate}):**

$$\text{Desrate total} = 15\% + 6\% = 21\% \Longrightarrow F_{\text{disponible}} = 100\% - 21\% = 79\% = 0{,}79$$

4. **Calcular potencia nominal requerida a nivel de placa (S_{placa}):**

$$S_{\text{placa}} = \frac{S_{\text{necesaria en sitio}}}{F_{\text{disponible}}} = \frac{100\ \text{kVA}}{0{,}79} = 126{,}58\ \text{kVA}$$

Se debe seleccionar un grupo electrógeno comercial de al menos $135\ \text{kVA} - 150\ \text{kVA}$ (Placa nominal) para que entregue los $100\ \text{kVA}$ reales en el pozo.

4. La potencia activa adicional del GE sabiendo que el arranque del motor es del tipo directo calcular la potencia necesaria para el arranque. Impacto de carga b) repetir los cálculos ahora suponiendo que el Motor Trifásico y/o ge está funcionando a 3500 m de altura.

5. Un motor trifásico de inducción de, 380 V y 50 Hz, tiene una potencia de 300kW, cosφ=0,74. Se desea hacerlo arrancar con un grupo electrógeno de 600KVA. Determine: a) la potencia aparente que le demanda al Grupo electrógeno, en estas condiciones. b) ¿Cuántos kW en cargas adicionales para iluminación con lámparas led de uso industrial de alta potencia con factor de potencia 0,9 se puede añadir a dicho GE para que trabaje a plena carga? c) ¿Cuál es el nuevo f.d.p. de la carga?

6. Múltiples Pozos (Pad de Extracción con 3 Bombas de Cavidad Progresiva - PCP)

Un Pad petrolero agrupa 3 pozos con bombas PCP. Cada pozo tiene:

- Motor eléctrico de 30HP (22,38kW), eficiencia 88%.

- Accionamiento por VFD.
- Iluminación y servicios generales del Pad: 8kW continuos.
- Factor de simultaneidad: 1,0 (todas las bombas operan al mismo tiempo). Determinar: a) Potencia de motores en conjunto; b) La potencia activa total; c) La potencia aparente en régimen continuo con cos φ= 0.8; d) El Margen operativo recomendado para operar al 75% de carga continua. -

Resolución:

1. **Potencia de motores en conjunto:**

$$P_{\text{motores}} = 3 \times \left(\frac{22{,}38\ \text{kW}}{0{,}88}\right) = 3 \times 25{,}43\ \text{kW} = 76{,}29\ \text{kW}$$

2. **Potencia activa total:**

$$P_{\text{total}} = 76{,}29\ \text{kW} + 8\ \text{kW} = 84{,}29\ \text{kW}$$

3. **Potencia aparente en régimen continuo ($\cos\varphi = 0{,}8$):**

$$S_{\text{continua}} = \frac{84{,}29\ \text{kW}}{0{,}8} = 105{,}36\ \text{kVA}$$

4. **Margen operativo recomendado (operar al 75% de carga continua, F=1,33):**

$$S_{\text{generador}} = 105{,}36\ \text{kVA} \times 1{,}33 = 140{,}12\ \text{kVA}$$

Se selecciona un generador diésel de 150kVA

7. Autonomía y Consumo de Combustible Diésel

Para el grupo electrógeno del Ejercicio 3 (75kVA nominales), la carga promedio real demandada es de 45 kW. El fabricante indica que el consumo específico a esa potencia es de 0,24 litros/kW-h. Se requiere definir la capacidad del tanque de combustible para garantizar una autonomía de 7 días de operación continua sin reabastecer. Calcular: a) El consumo horario de diésel necesario; b) Las Horas de operación en 7 días; y c) El Consumo total requerido; d) Volumen del tanque de combustible para un margen de reserva del 10%

Resolución:

1. **Calcular consumo horario de diésel (C_{horario}):**

$C_{horario} = 45\ kW \times 0{,}24\ L/kWh = 10{,}8\ litros/hora$

2. **Horas de operación en 7 días:**

   $Horas = 7\ días \times 24\ hs/día = 168\ horas$

3. **Consumo total requerido:**

   $V_{combustible} = 10{,}8\ L/h \times 168\ h = 1.814{,}4\ litros$

4. **Margen de reserva en el tanque (10% de volumen no utilizable/seguridad):**

   $V_{tanque} = 1.814{,}4\ L \times 1{,}10 = 1.995{,}84\ litros$

   Se requiere instalar un tanque de diésel de almacenamiento de al menos 2.000 litros.

..—ooOoo--..