

PROBLEMA DE CONDUCTORES ELECTRICOS

En la sala de secadores de materia prima de una planta industrial dedicada al tratamiento de fibra vegetal, se tiene que instalar un tablero eléctrico para suministrar energía a las siguientes maquinas:

- Bomba No.1 de 24 HP, 220 V, 3 ϕ , FP= 0.91, n=88%, distancia del tablero 70 m.
- Bomba No.2 de 24 HP, 220 V, 3 ϕ , FP= 0.91, n=88%, distancia del tablero 60 m
- Transportador secador con un motor de 48 HP, 220 V, 3 ϕ , FP= 0.92, n=89%, distancia del tablero 50m.
- Carga de iluminación de 30 lámparas LED HIGH BEAM 100 W c/u. FP= - 0,6

La tensión de servicio es de 220V, 3 ϕ , 60Hz. La temperatura promedio es de 40°C debido a la presencia del secador. El tablero se encuentra a 90 metros de la sub-estación. El transportador secador trabaja todo el ciclo de trabajo, recibiendo flujo de materia prima. Las bombas proveen de aceite térmico pesado para el intercambiador de calor del secador y trabajan en forma alternada, es decir solo una a la vez, de manera que si una tiene un mal funcionamiento, es reemplazada por la otra.

Los costos de los conductores son **TW 6 mm² – S/. 3,90 por metro y XLPE 6 mm² – S/. 8.00 por metro**, el costo de los conductores es directamente proporcional con la sección y un tubo de Ø 20 mm de conduit EMT cuesta S/.22.00 por pieza de 3 m y el costo es directamente proporcional al diámetro.

Sobre la base de los datos proporcionados, se pide lo siguiente:

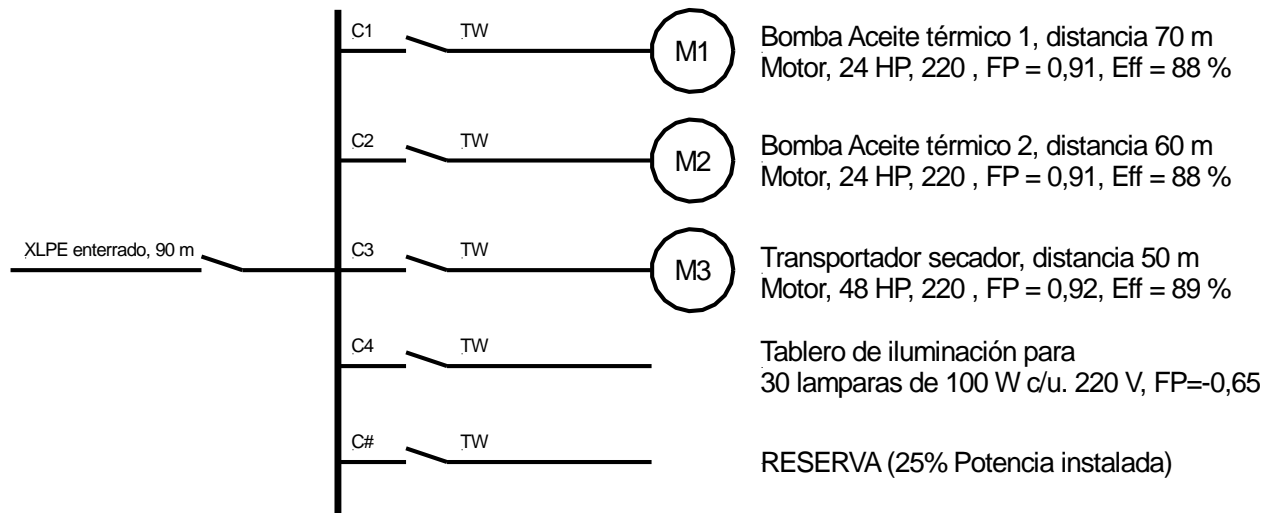
- a. Dibuje el diagrama unifilar de la instalación.
- b. Las especificaciones de los conductores y canalización usados en los alimentadores de los motores y la carga de iluminación. Considerando la opción más económica.
- c. Seleccione el alimentador general del tablero y la canalización de este alimentador.

San Miguel, mayo del 2020.

Diagrama unifilar

El diagrama unifilar muestra los elementos del tablero de alumbrado y fuerza del sistema de sistema dela planta de tratamiento de fibra vegetal.

Se han utilizado símbolos eléctricos simplificados, en caso de realizar un documento de proyecto eléctrico debe utilizar los símbolos normalizados.



Selección de los conductores de alimentación de las cargas

La corriente de trabajo de cada carga se determinará utilizando las expresiones siguientes:

$$I_{operacion} = \frac{P_{mecanica}}{\sqrt{3} * U * FP * \eta}$$

$$I_{diseño} = 1,25 * I_{operacion}$$

$$I_{diseño} \leq I_{admisibleconductor}$$

$$I_{admisibleconductorcorregida} = K_T * K_A * I_{admisibleconductor}$$

Los resultados al reemplazar los datos de cada carga son mostrados en la Tabla No.1

El modo de instalación en todos los casos será tubería adosada a la pared, B1 de la Tabla 3 – Métodos de instalación referenciales (y la corriente admisible en la columna 7 de la Tabla 2 para conductores de PVC 70) con alimentadores trifásicos.

El alimentador de la carga de iluminación ha sido calculado como trifásico debido a que alimentará a un Tablero de alumbrado (TA) en donde se distribuirá mediante circuitos monofásicos.

El alimentador de las bombas No.1 y No.2 tendrá la misma sección, aunque las corrientes sean diferentes.

La canalización de alimentadores se realizará en tubería adosada a la pared. Y el coeficiente de corrección por temperatura se toma de la Tabla 5A en donde se considera que los conductores de PVC están instalados en el aire independientemente de su método de instalación.

$$I_{ADM \text{ CORREGIDA}} = K_t \times K_A \times I_{ADM} \geq 1,25 \times I_{OPERACIÓN}$$

$$I_{ADM} \geq \frac{1,25 \times I_{OPERACIÓN}}{K_t \times K_A}$$

Donde:

I_{ADM} es la corriente admisible del conductor de la Tabla 2, en A
 $I_{OPERACION}$ es la corriente de operación o servicio de la carga alimentada, en A
 K_t es el coeficiente de corrección por temperatura ambiente diferente de 30°C de la tabla 5A.
 K_A es el coeficiente de corrección por agrupación de circuitos de la Tabla 5C

En este caso la temperatura ambiente es 40 °C, por eso se usa $K_t = 0.87$.

Tabla No. 1 - Selección de alimentadores				
	Bomba 1	Bomba 2	Transportador	Iluminación
Tensión (V)	220	220	220	220
Potencia (HP)	24	24	48	3000
Eficiencia	0.88	0.88	0.89	1
FP	0.91	0.91	0.92	0.6
longitud	70	60	50	30
I (A)	58.67	58.67	114.77	13.12
Idis (A)	73.34	73.34	143.46	16.40
Temperatura	40	40	40	40
K_t	0.87	0.87	0.87	0.87
Idis cor (A)	84.30		131.92	15.08
$\Delta E(\%)$	3	3	3	1
Smin (mm ²)	17.5	15.0	24.7	3.3
Snom(mm ²)	25	25	70	4
lad	89	89	171	28
Snom (mm ²)	2 x 10 mm ²		2 x 25 mm ²	
lad cor (A)	2 x 50 = 100A		2 x 89 = 178 A	

El resultado puede mantenerse usando dos ternas (2 x 3) cada una instalada en una tubería individual con 3 conductores en cada caso, de acuerdo a la Tabla 6.

La Figura 1 muestra un extracto de la Tabla 6 mostrando que para una terna de conductores de 10 mm² de sección se requiere una tubería de Ø 20 mm y para una terna de conductores de 25 mm² se requiere una tubería de Ø 35 mm. En ambos casos se añade un conductor para la tierra de protección.

Figura No.1 – Extracto de la Tabla 6 de la separata de conductores.

Sección nominal [mm ²]	Diámetro exterior [mm]	Dimensión				
		15 [mm]	20 [mm]	25 [mm]	35 [mm]	40 [mm]
		(1/2)*	(3/4)*	(1)*	(1 1/4)*	(1 1/2)*
2,5	4,0	6	10	17	30	41
4	4,5	4	8	14	24	33
6	5,0	3	7	11	19	26
10	6,5	1	4	6	11	15
16	8,5	1	1	3	6	9
25	9,5	1	1	3	5	7
35	11	1	1	1	4	5

Si se desea podría colocarse las dos ternas de conductores en una sola tubería, pero debería aplicarse el coeficiente de corrección por agrupación $K_A = 0,8$, y en este caso la corriente de diseño corregida total para el alimentador del transportador sería:

$$I_{ADM} \geq \frac{1,25 \times I_{OPERACIÓN}}{K_t \times K_A} = \frac{1,25 \times 143,46}{0,87 \times 0,80} = 164,9 \text{ A}$$

Por lo tanto, usando 2 x 25 mm² representan una $I_{adm} = 2 \times 89 \text{ A} = 178 \text{ A} > 164,9 \text{ A}$, los cuales serían instalados en una tubería de Ø 55 mm, si se desea instalar con conductores de tierra separados para cada terna. Solamente debería verificarse el costo de la tubería conduit de PVC pesada para cada caso.

Selección del alimentador general

El alimentador general será calculado en base a la siguiente expresión:

$$I_{diseño} = \sum_{i=1}^n I_i + 25\% I_{mayor}$$

$$I_{diseño} = I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_n + 0,25 * I_{mayor}$$

En donde pueden aplicarse dos casos:

- Caso A -Un tablero general sin reserva alguna, para el cual no se tiene previsto una ampliación o cambio en los circuitos.
- Caso B - Un tablero general con una reserva para ampliación que depende del pronóstico previsto del cambio en la instalación. Se suele utilizar un 25 % a 40 % de ampliación de la carga.

En este análisis se considerará la temperatura del conductor enterrado como 20 °C debido a que el alimentador esta fuera de la zona de planta. Los cálculos de selección se muestran en la Tabla No.2.

Tabla No.2 – Selección del alimentador del Tablero general		
	Caso A	Caso B
I para cálculo de caída de tensión	186.6	233.2
Idiseño	215.3	261.9
longitud	90	90
$\Delta E(\%)$	1	1
Smin (mm ²)	207.7	259.6
Snor (mm ²)	240	300
Iad	351	396

Los conductores son tendidos enterrados con una sección transversal de 240 mm² si no consideramos una reserva y 300 mm² si consideramos una reserva del 25 % de su carga total.

Formulario SELECCIÓN DE CONDUCTORES

ALIMENTADOR INDIVIDUAL

$$I_{operacion} = \frac{P_{mecanica}}{\sqrt{3} * U * FP * \eta}$$

$$I_{diseño} = 1,25 * I_{operacion}$$

$$I_{diseño} \leq I_{admisibleconductor}$$

$$I_{admisibleconductorcorregida} = K_T * K_A * I_{admisibleconductor}$$

ALIMENTADOR DE VARIAS CARGAS

$$I_{diseño} = \sum_{i=1}^n I_i + 25\% I_{mayor}$$

$$I_{diseño} = I_1 + I_2 + I_3 + + I_n + 0,25 * I_{mayor}$$

CAIDA DE TENSION

$$A_{minima} = \frac{0,03092 * I * L * \cos\phi}{\Delta U \% * U} * 100\%$$

- | | |
|----------------------------|-------|
| ▪ Alimentadores | 4 % |
| ▪ Circuitos derivados | 2,5 % |
| ▪ Circuitos de motores | 3 % |
| ▪ Circuitos de iluminación | 1 % |