



Tareas a desarrollar por el alumno en esta segunda parte

- 1- Un plano eléctrico de demarcación de conductores, motores y tableros, tierra y pararrayo
- 2- Otro plano con esquemas multifilares de conexiones

Puntajes de calificaciones de los proyectos conforme la planificación:

- Proyectos de vivienda económica 1 punto, vivienda clase media 1 punto, vivienda de lujo 1,5 puntos. Total 3,5 puntos
 - Proyecto de acondicionamiento acústico : 1,75 puntos
 - Proyecto de instalaciones eléctricas contra incendios: 1,75 puntos
- Total: 10 puntos

Primer paso: Plano

Objetivo: Hacer un plano de planta en escala 1:100 con rotulo municipal

El primer paso consiste en realizar un plano de planta, 54cm de ancho por 32cm de largo o alto.

Si fuera necesario se agregarán hasta dos módulos de 18 cm en el ancho y 2 módulos de 30 cm en el alto. A la izquierda de la lámina se dejará una pestaña de 4 cm

Recordemos que para grandes viviendas, salones galpones industrias puede optarse por escala 1:100

En la parte inferior derecha se ubicará el rotulo o carátula del plano

Se ubicara en el plano de planta aberturas de puertas, portones, ventanas y maquinaria, como cintas transportadoras, molinos, y otros. También baños con sus sanitarios y todo lo que clarifique la funcionalidad de la planta industrial, por ejemplo, playas de estacionamiento, entrada de vehículos oficinas, portería, casa del sereno y otros.

Segundo paso: Simbología según Norma IRAM 2010

Objetivo: Marcar acometida, medidor, tableros, conductores, ubicación de motores

En este paso ubicamos en el plano de planta del transformador de potencia de la industria, conductor de acometida hasta tablero de fusibles y luego el tablero general de medidores.

Otro tablero se prevé para la División Bombeos

La línea transformador a tablero con fusibles NH es la acometida o línea general. Desde el tablero general al tablero principal tenemos la línea principal.

A partir de este se ubicaran las líneas seccionales L.S. a los tableros seccionales TS1, TS2, TS3 y así.

De los tableros seccionales salen las líneas subseccionales a los tableos subseccionales y de allí a los circuitos de los motores M2, M3, M4 y demás consumos. A cada motor le asignamos sus valores de potencia, velocidad, rendimiento, coseno de fi, longitud del conductor de alimentación y tipo de conexión.

Además se asignaran los porcentajes permitidos máximos de cada de tensiones. También especificamos el tipo de tendido de conductores, si es en conductores de PVC, subterráneos, a la vista o en bandeja.

Presentamos el **siguiente esquema lógico unifilar de distribución de energía trifásica para una industria.**

Sobre él se dará el tema fuerza motriz por ejemplo.



Tercer paso: Potencia del transformador.

Objetivo: calcular la potencia del transformador y corrientes de proyecto a futuro.

Para calcular la potencia mínima PTmin de la planta hacemos un computo de bocas, circuito por circuito sumamos todas las demandas y agregamos entre un 20 30 % por expansión futura de la empresa como mínimo en los próximos meses o años. Esto habrá que estudiarlo y preverlo.

$$PT_{min} = P_1 + P_2 + \dots + P_n$$

$$PT_{min} = PT * 1,25$$

Aquí está potencia le sumamos las adicionales de servicios y urbanización del loteo, como alumbrado de playas, estacionamientos, oficinas, porterías, báscula, casa de el sereno y alumbrado en General de sectores. Esta potencia adicional mínima puede considerarse del orden de los 10 a 15 KW para industrias pequeñas y pararrayo medias.

$$PT_{min} = PT_{min} + 15 \text{ KW}$$

La simultaneidad puede llegar al 100% ya que la industria puesto unción hará todo al mismo tiempo. A esta potencia hay que sumarle la demanda probable de mantenimiento. Se han previsto tres tableros con un consumo de 10KW. La simultaneidad la estimamos en un 66% y utilización en 70% esto significa un coeficiente $0,7 * 0,66 = 0,466$

$$P_{mant} = 30kw * 0,466$$

Finalmente habrá que tener en cuenta la potencia para el tablero general de bomberos, que puede estimarse en 15kw, que puede eventualmente usarse simultáneamente con la planta.

$$PT_{min} = PT_{min} + P_{mant} + P_{bomberos}$$

Finalmente la potencia aparente la calculamos con un factor de potencia de 0,85

$$S = PT_{min} / 0,85$$

Normalizamos a las potencias nominales: 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 450, 600, 1000 kVA

La intensidad de corriente nominal total vale: $I_n = S / (1,73 * 380)$

La intensidad de la corriente de cortocircuito transitoria vale: $I_{cc} = 40 * I_n$

Cuarto paso: planilla de conexiones y esquemas de fuerza y comando

Objetivo: especificar conexiones y sus materiales.

El alumno obtendrá los esquemas de conexiones de CACEL, un software que entregara el docente. Cada caso se encuentra en este programa interactivo con las especificaciones, materiales y un cuestionario de evaluación. Debe interpretarse 3x380 V en lugar de 3x220 V, tensiones trifásicas pero en España. Estos esquemas se volcarán al plano o imprimirán formando así la documentación técnica a presentar.

| Tableros de mando a receptor | Conexión |
|------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| TSS 1.1 M1 | Arranque motor trifásico, mando con pulsadores y señalización on/of |
| TSS 1.2 M2 | Inversión de marcha motor trifásico- mando con pulsadores pasando por cero |
| TSS 1.3 M3 | Control automático de una escalera eléctrica con barrera fotoeléctrica |
| TSS 1.4 M4 | Inversión del sentido de giro motor trifásico- mando con pulsadores y para con finales de carrera- portón corredizo |
| TSS 2.1 M5 | Arranque en cascada de 2 motores – mando con pulsadores |
| TSS 2.2 M6 | Arranque en cascada de 2 motores – mando con pulsadores |
| TSS 2.3 M7 | Inversión del sentido de giro motor monofásico – mando con pulsadores y pasando por cero |



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO
 FACULTAD DE INGENIERÍA – CÁTEDRA De INSTALACIONES II
PROYECTO DE FUERZA MOTRIZ
 Ing. Fara Alejandro



| | |
|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| TSS 3.1 M8 | Arranque estrella triangulo- mando automático con temporizador |
| TSS 3.2 M8 | Corrección del motor- mando con interruptor termo magnético |
| TS4 iluminacion fluorescente | Mando con interruptores termomagneticos y diferencial en 8 circuitos monofasicos |
| TSS 5.1 mantenimiento 10 kw | 2 tomas trifásicos 32A y 1 monofasico 16A, y toma de 24V con protección diferencial |
| TSS 5.2 mantenimiento 10 kw | 2 tomas trifásicos 32A y 1 monofasico 16A, y toma de 24V con protección diferencial |
| TSS 5.3 mantenimiento 10 kw | 2 tomas trifásicos 32A y 1 monofasico 16A, y toma de 24V con protección diferencial |

El alumno agregara en este apartado el estudio de conexiones en sala de bombas para el tablero de bombas de incendio y para el tablero de bombas de cisterna a tanque elevado.

Para conexiones de motores, protección y maniobra, considerar:

| | |
|--------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Fusibles en general | $1,5 \times I_p < I_f < 3 \times I_p$ |
| Guarda motores magneto térmicos | $1,2 \times I_p < I_g < (1,5 \times I_p)$ |
| Contactores motores rotor en cortocircuito-servicio suave continuo | $I_c \geq 1 \times I_p$ |
| Contactores motores rotor en cortocircuitos servicio intermitente-severo | $I_c \geq 2 \times I_p$ |
| Rango de Relés térmicos | $I_p + 15\%$ |

Quinto paso: planilla de cálculo de conductores

Objetivo: Realizar cálculo de verificación de los conductores eléctricos.

Sobre los conductores eléctricos tenemos que decir que han de verificar los siguientes criterios:

- 1- Verificación mecánica: en la industria el trabajo es intensivo y agresivo con vapores, humedad y puede además haber golpes, caídas de piezas, siendo necesaria una resistencia mínima. Por ello se usa 2,5mm² mínimo. Luego: $S_p \geq 2,5 \text{mm}^2$
- 2- Verificación de tensión de aislamiento: la tensión de proyecto, en nuestro caso 380 V ha de ser menor que la tensión nominal del cable, 1100 volt se usa para la energía trifásica. Entonces : $U_p < U_n$
- 3- Verificación térmica: la sección de conductores será tal que soporta la intensidad de corriente sin elevar su temperatura por encima de 60°C a 70°C . esto se debe a la resistencia interna de la estructura cristalográfica del cobre. El roce de electrones libres con la materia genera calor. Para ello : $I_p \leq I_{adm}$
- 4- Verificación por caída de tensión: es importante en la industria y comercio porque las distancias son grandes.

La formula aproximada mas aconsejada tiene en cuenta no solo la caída d por resistencia sino también por reactancia

$$\Delta U_p = 1,73 * L * I_p * (R * \cos(\varphi) + X * \sin(\varphi)) < \Delta U_{max}(\text{trifásica})$$

$$\Delta U_p = 2 * L * I_p * (R * \cos(\varphi) + X * \sin(\varphi)) < \Delta U_{max}(\text{monofasica})$$

Siendo:

L= longitud del conductor en kilómetro

I_p = intensidad de proyecto en Amp que circula por el conductor

R= resistencia en ohm/Km. en corriente alterna a la temperatura de servicio 70!C

Sacar la tabla de conductores

X=reactancia del conductor en ohm/km. Sacar tabla de conductores

$\cos(\varphi)$ = factor de potencia de la instalación, aproximadamente 0,85

ΔU_p = caída de tensión proyectada en voltios

ΔU_{max} = caída de tensión máxima entre el principio de la línea y el punto final

La siguiente tabla nos orienta como distribuir la caída del voltaje en las líneas principal seccionar y circuítal.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO
 FACULTAD DE INGENIERÍA – CÁTEDRA De INSTALACIONES II
PROYECTO DE FUERZA MOTRIZ
 Ing. Fara Alejandro



| Instalación | Caída de tensión máxima admisible en % | | | Total |
|-----------------------------|----------------------------------------|-----------|-----------------------------|-------|
| | Líneas | | Subseccional y /o circuitos | |
| | Principal | Seccional | | |
| Iluminación | 0,5 | 1,5 | 1 | 3 |
| Arranque motores 10kw y mas | 2 | 6 | 2 | 10 |

5- verificación por corriente de cortocircuito transitoria: L van de juega fuerza motriz de que le embestida de la corriente de cortocircuito es muy violenta y genera un Calor fundente en pocas décimas de segundo.

$$S_{cc} = I_{cc} / K * t^{0,5} \geq S_p$$

Siendo:

S_{cc} = sección resistente mínima al cortocircuito transitorio

I_{cc} = valor eficaz de la corriente de cortocircuito transitoria. Puede estimar en $40 * I_n$ es decir 40 veces la intensidad nominal del transformador de alimentación

Para conocer la intensidad de corriente de cortocircuito aguas abajo, al final de la línea principal, hay que usar la tabla adjunta en función de de la sección y longitud.

S_p = sección de proyecto de la línea que se esta evaluando

$K = 114$ cable para Cu de aislamiento en PVC antiplama ecológico

$K = 142$ para cable CU aislado en polietileno reticulado XLPE, aislamiento de 10°C mas resistente que el PVC

t = tiempo apertura en Seg. Del interruptor por disparo magnético por cortocircuito transitorio, este valor puede estimarse en 0,040 seg. es decir 40 milisegundos para la protección de líneas principales y seccionales.

Para el escalonamiento de tiempos puede seccionarse interruptores de 20, 30, 40 y 50 milisegundos. Estos valores corresponden a interruptores termomagnéticos compactos modernos.

6- verificación de la protección por cortocircuito y sobrecarga. Para la protección del cable debe elegirse un interruptor termo magnético automático de manera que se cumpla $I_p \leq I_{int} \leq I_{amd}$ y además $I_{cc} < P_{cc}$

Se adjuntan fotocopias del catalogo de Merlin Gerin de interruptores de protección termo magnética desde los comunes hasta los compactos regulables de mayor capacidad de ruptura

Siendo:

I_p = intensidad de corriente del proyecto

I_{int} = intensidad nominal del interruptor termo magnético automático

I_{amd} = intensidad admisible del conductor

I_{cc} = intensidad de corriente de cortocircuito en la cabeza, o inicio de la línea

P_{cc} = capacidad de ruptura nominal del interruptor. Se aconseja para la industria un poder de corte mínimo de 25kA

Lo primero que hará el alumno es calcular la intensidad del proyecto, receptor por receptor. Si faltan datos de rendimientos o cósenos en el esquema anterior, se buscaran en catalogo de motores trifásicos.

En las líneas seccionales se sumaran las circuitales y en la línea principal se sumaran las seccionales.

Estas corrientes de circuitos, las seccionales y la principal se marcaran el plano, con una flechita y arriba su amperaje.

Luego, con las intensidades calculadas, seleccionamos el conductor por efecto Joule, para asegurar una temperatura de trabajo que para conductores de cualquier aislamiento no supere 60°C máximo.

La tabla siguiente de la intensidad admisible óptima para todas las formas de instalación, en aire, en cañerías, en bandejas o enterrado



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO
FACULTAD DE INGENIERÍA – CÁTEDRA De INSTALACIONES II
PROYECTO DE FUERZA MOTRIZ
Ing. Fara Alejandro



| Seccion Nominal FASE mm2 | Iadm Amp | Seccion neutro mm2 | Seccion Tierra mm2 |
|-----------------------------|-------------|-----------------------|-----------------------|
| 2,5 | 18 | 2,5 | 2,5 |
| 4 | 24 | 4 | 4 |
| 6 | 31 | 6 | 6 |
| 10 | 43 | 10 | 10 |
| 16 | 59 | 16 | 16 |
| 25 | 77 | 16 | 16 |
| 35 | 96 | 16 | 16 |
| 50 | 116 | 25 | 25 |
| 70 | 136 | 35 | 35 |
| 95 | 164 | 50 | 50 |
| 120 | 188 | 70 | 70 |
| 150 | 261 | 70 | 70 |
| 185 | 300 | 95 | 95 |
| 240 | 358 | 120 | 120 |
| 300 | 418 | 150 | 150 |
| 400 | 480 | 185 | 185 |
| 500 | 550 | 240 | 240 |
| 630 | 690 | 300 | 300 |

Veamos un ejemplo:

Supongamos una corriente $I_p = 80$ Amp, entonces corresponde:

$S_{fase} = 35 \text{ mm}^2$

$S_n = 16 \text{ mm}^2$

$S_t = 16 \text{ mm}^2$

El alumno completará la planilla principal de calculo de conductores, que luego volcará al plano.

Puede elegirse por crear otra planilla que, de forma creativa, permita detallar el cumplimiento de las verificaciones que rigen sobre conductores eléctricos para suministro de energía en la industria

El alumno agregará al estudio de conductores los de sala de bombas para el tablero de bombas de incendio y para el tablero de bombas de cisterna a tanque elevado.



| Lineas metros | Consumos | Tipo de Conexión /instalación | Potencia W | Tensión De proyecto Volt (< 1.110 V) | η | Cos (ϕ) | Intensidad de proyecto Amp ($I_p < I_{adm}$) $(1,73 \cdot V_L \cdot \eta \cdot \text{Cos}(\phi))$ | Sección de proyecto Mm2 (> $S_{min}=4mm^2$) | | Caída (< 4V) $\Delta U=1,73 \cdot L \cdot I_p \cdot (R \cdot \text{cos}(\phi) + X \cdot \text{sen}(\phi))$ | Sección cortocircuito Mm2 ($S_{cc}>S_p$) | | Interruptor Termomagnético De protección sobrecargas y cortocircuito en líneas $P_{cc}>I_{cc}$ Min 25kA | |
|--------------------------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------|------------|--------------------------------------|--------|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| | | | | | | | | Fase | Tierra | | I_{cc} | t | | K |
| ACOMETIDA A TABLERO GENERAL CAIDA DE TENSION 0,2% = 0,8 V | | | | | | | | | | | | | | |
| Sub - NH-TG 5 m | Todos | Subterráneo | PTmin | 400 | 1 | 0,85 | $I_t = \text{suma}$ | | | | | | | |
| LINEA PRINCIPAL A TABLERO PRINCIPAL CAIDA DE TENSION 0,8% = 3,2 V | | | | | | | | | | | | | | |
| TG - TP 19 m | Todos | Subterráneo | PTmin | | 1 | 0,85 | $I_t = \text{suma}$ | | | | | | | |
| LINEAS SECCIONALES A TABLEROS SECCIONALES 3%=12V | | | | | | | | | | | | | | |
| TP - TS1 56 m | M1, M2,M3 Y M4 | | | | | | $I_1 \cdot 1,25$ | | | | | | | |
| TP - TS2 | | | | | | | $I_2 \cdot 1,25$ | | | | | | | |
| TP - TS3 | | | | | | | $I_3 \cdot 2,2 \cdot 1,25$ | | | | | | | |
| TP - TS4 | | | | | | | $I_4 \cdot 1,25$ | | | | | | | |
| TP - TS5 | MNU | subterráneo | 30000 | | | | $(I_5 \cdot 1 + I_5 \cdot 2 + I_5 \cdot 3) \cdot 1,25 \cdot 0,466$ | | | | | | | |
| LINEAS SUBSECCIONALES A TABLEROS DE MANDO DE RECEPTORES 1%=4 V | | | | | | | | | | | | | | |
| TS1 - TSS1.1 10 m | M1 | Arranque motor trifásico, mando con pulsadores y señalización on/off | 3.000 | 380 | 0,8 | 0,7 | $I_{1.1} = 8,14$ | 2,5 | 2,5 | | | | | |
| TS1 - TSS1.2 23 m | M2 | Inversión de marcha motor trifásico - mando con pulsadores pasando por cero | | | | | $I_{1.2} =$ | | | | | | | |
| TS1 - TSS1.3 32 m | M3 | Control autom. de una escalera eléctrica con barrera fotoeléctrica | | | | | $I_{1.3} =$ | | | | | | | |
| TS1 - TSS1.4 43 m | M4 | Inversión del sentido de giro motor trifásico - | | | | | $I_{1.4} =$ | | | | | | | |

Para calcular la I_{cc} aguar abajo consultar tabla adjunta de triple Entrada adjunta



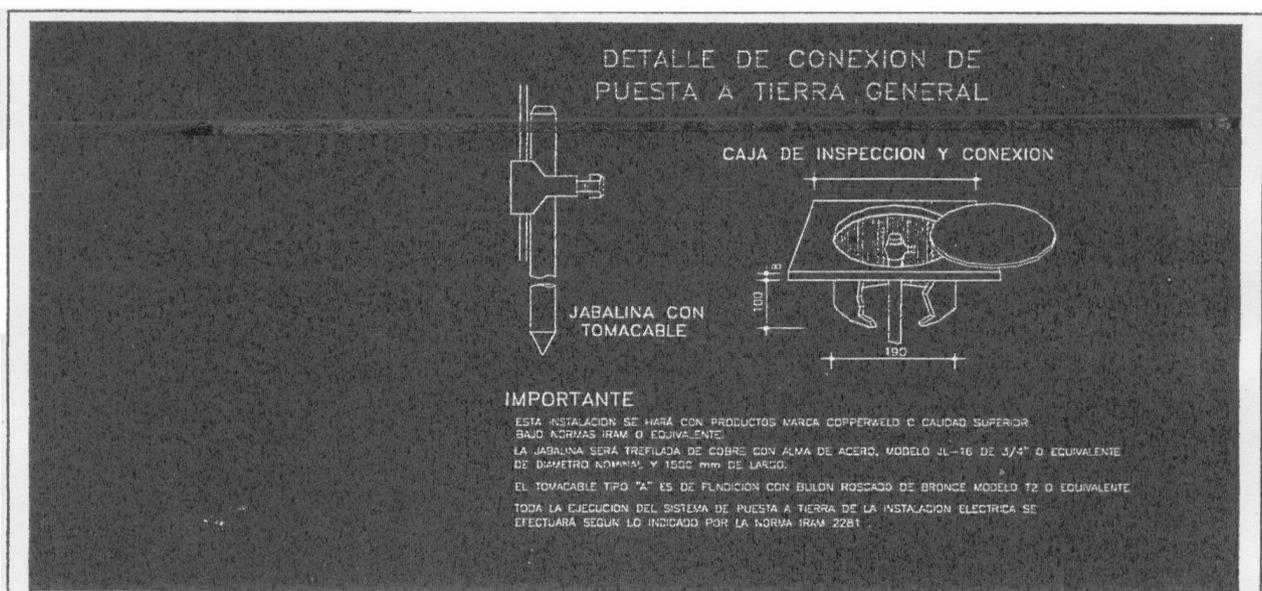
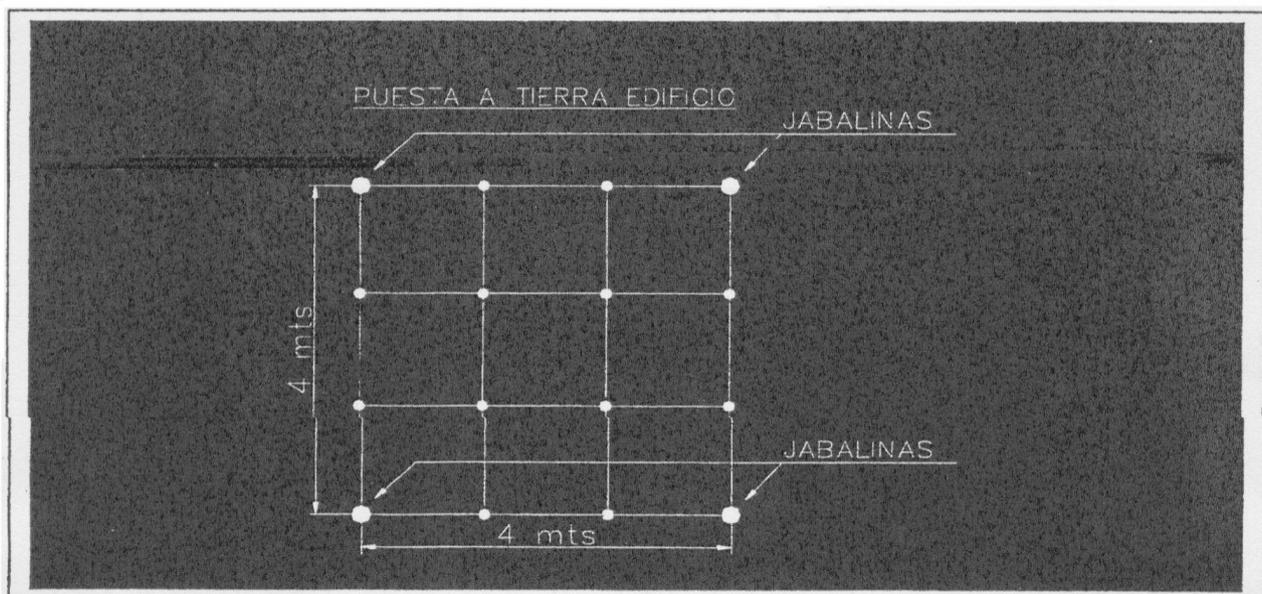
Sexto paso: Puesta a tierra industrias, comercios y edificios

Objetivo: Malla de puesta a tierra

Para la puesta a tierra se aconseja una malla como muestra la figura 4 con jabalinas y una sección de conductor de Cu desnudo mínimo de 50mm². la puesta a tierra se hará cerca del tablero principal o general. Esta malla asegura una resistencia menor de 3 ohm. Habrá que preparar el terreno con turba, sal gruesa y gel mejorador, zarandeando bien la tierra antes de tapar para no incorporar escombros. La malla se coloca a 70 cm de profundidad y a partir de allí se introducen las jabalinas de 3/4" x 1,5 m. la malla se suelda por termofusión cuproaluminuca.

Puede hacerse otro tipo de puesta a tierra, por ejemplo, el conductor enterrado horizontalmente. La resistencia de la puesta a tierra vale $R=2 \cdot p/L$ siendo p la resistividad del terreno en ohm por metro, L el largo en metros del conductor. El valor de p puede mejorarse con turba húmeda, gel y sal gruesa abundantes, sin escombros a valores del orden del 50 ohm x metro.

Otra forma de hacerla es poner n jabalinas en paralelo separadas aproximadamente 4 metros. En este caso $R = p/(N \cdot L)$ siendo L el largo de las jabalinas





UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO
FACULTAD DE INGENIERÍA – CÁTEDRA De INSTALACIONES II
PROYECTO DE FUERZA MOTRIZ
Ing. Fara Alejandro



Séptimo paso: corrección del factor de potencia motor de 18 hp

Objetivo: Diseñar el tablero subseccional en paralelo con el motor con los capacitares, termo magnética y cable apropiado.

El alumno compensara la energía reactiva en forma individual, en el motor M8, cuyo $\cos(\phi_1)$ es de 0,75 y hay que corregirlo a $\cos(\phi_2)$ 0,95. Para ello agregara un tablero que con los capacitares que originen la potencia reactiva compensatorios.

La formula de compensación vale $Q_c = Q_1 - Q_2 = P(KW) * (tg(\phi_1) - tg(\phi_2))$ (KVAR)

En el plano se hará detalle del tablero subseccional TSS 3.2 de corrección individual en paralelo con el motor.

Para la protección y maniobra del banco de capacitares se usara un interruptor termo magnético de alto poder de corte y sección apropiada de conductores de acuerdo a la siguiente tabla.

| | | |
|-----------------|----------------|---------------------|
| Hasta 3 KVAR | 3x10A 15kA | 2,5 mm ² |
| De 4 a 5 kVAR | 3x16 A 15kA | 4mm ² |
| De 6 a 9 kVAR | 3x25 A 15kA | 6mm ² |
| De 10 a 15 kVAR | 3x40A 15kA | 10mm ² |
| De 16 a 25 kVAR | 3x63A 15kA | 16mm ² |

Para potencias mayores se usarán contactores especiales con fusibles NH

Fin guía de estudios y practica de instalaciones de fuerza motriz



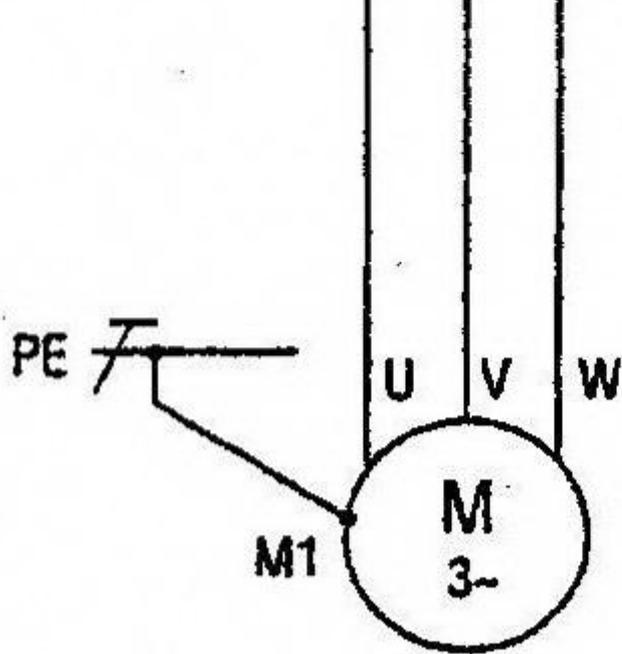
Consumo de los motores

Motores asincrónicos trifásicos 4 polos 50/60Hz

| Potencia | 433/ | | | | | | | | | | |
|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|
| | 220V | 230V | 380V | 400V | 415V | 440V | 460V | 575V | 660V | 1000V | |
| | (1) | | | | | | (1) | (1) | | | |
| KW | CV | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A |
| 0,37 | 0,5 | 1,8 | 2 | 1,03 | 0,98 | - | 0,99 | 1 | 0,8 | 0,6 | 0,4 |
| 0,55 | 0,75 | 2,75 | 2,8 | 1,6 | 1,5 | - | 1,36 | 1,4 | 1,1 | 0,9 | 0,6 |
| 0,75 | 1 | 3,5 | 3,6 | 2 | 1,9 | 2 | 1,68 | 1,8 | 1,4 | 1,1 | 0,75 |
| 1,1 | 1,5 | 4,4 | 5,2 | 2,6 | 2,5 | 2,5 | 2,37 | 2,6 | 2,1 | 1,5 | 1 |
| 1,5 | 2 | 6,1 | 6,8 | 3,5 | 3,4 | 3,5 | 3,06 | 3,4 | 2,7 | 2 | 1,3 |
| 2,2 | 3 | 8,7 | 9,6 | 5 | 4,8 | 5 | 4,42 | 4,8 | 3,9 | 2,8 | 1,9 |
| 3 | - | 11,5 | - | 6,6 | 6,3 | 6,5 | 5,77 | - | - | 3,8 | 2,5 |
| 4 | 5 | - | 15,2 | - | - | - | - | 7,6 | 6,1 | - | 3 |
| 5,5 | - | 14,5 | - | 8,5 | 8,1 | 8,4 | 7,9 | - | - | 4,9 | 3,3 |
| 7,5 | 7,5 | 20 | 22 | 11,5 | 11 | 11 | 10,4 | 11 | 9 | 6,6 | 4,5 |
| 9 | 10 | 27 | 28 | 15,5 | 14,8 | 14 | 13,7 | 14 | 11 | 6,9 | 6 |
| 11 | - | 32 | - | 18,5 | 18,1 | 17 | 16,9 | - | - | 10,6 | 7 |
| 15 | 15 | 39 | 42 | 22 | 21 | 21 | 20,1 | 21 | 17 | 14 | 9 |
| 18,5 | 20 | 52 | 54 | 30 | 28,5 | 28 | 26,5 | 27 | 22 | 17,3 | 12 |
| 22 | 25 | 64 | 68 | 37 | 35 | 35 | 32,8 | 34 | 27 | 21,9 | 14,5 |
| 30 | 30 | 75 | 80 | 44 | 42 | 40 | 39 | 40 | 32 | 25,4 | 17 |
| 37 | 40 | 103 | 104 | 60 | 57 | 55 | 51,5 | 52 | 41 | 54,6 | 23 |
| 45 | 50 | 126 | 130 | 72 | 69 | 66 | 64 | 65 | 52 | 42 | 28 |
| 55 | 60 | 150 | 154 | 85 | 81 | 80 | 76 | 77 | 62 | 49 | 33 |
| 75 | 75 | 182 | 192 | 105 | 100 | 100 | 90 | 96 | 77 | 61 | 40 |
| 90 | 100 | 240 | 248 | 138 | 131 | 135 | 125 | 124 | 99 | 82 | 53 |
| 110 | 125 | 295 | 312 | 170 | 162 | 165 | 146 | 156 | 125 | 98 | 65 |
| 132 | 150 | 356 | 360 | 205 | 195 | 200 | 178 | 180 | 144 | 118 | 78 |
| 160 | - | 425 | - | 245 | 233 | 240 | 215 | - | - | 140 | 90 |
| 200 | 200 | 472 | 480 | 273 | 222 | 260 | 236 | 240 | 192 | 152 | 100 |
| 250 | - | 520 | - | 300 | 285 | 280 | 256 | - | - | 170 | 115 |
| 300 | 250 | - | 600 | - | - | - | - | 300 | 240 | 200 | 138 |
| 355 | - | 626 | - | 370 | 352 | 340 | 321 | - | - | 215 | 150 |
| 400 | 300 | 700 | 720 | 408 | 388 | 385 | 353 | 360 | 288 | 235 | 160 |
| 450 | 350 | 800 | 840 | 460 | 437 | 425 | 401 | 420 | 336 | 274 | 200 |
| 500 | - | - | - | 528 | - | - | - | - | - | - | 220 |
| 550 | - | 990 | - | 584 | 555 | 535 | 505 | - | - | 337 | 239 |
| 600 | 450 | - | 1080 | - | - | - | - | 540 | 432 | - | 250 |
| 650 | - | 1150 | - | 635 | 605 | 580 | 549 | - | - | 370 | 262 |
| 700 | 500 | - | 1200 | - | - | - | - | 600 | 480 | - | 273 |
| 750 | - | 1250 | - | 710 | 675 | 650 | 611 | - | - | 410 | 288 |
| 800 | 600 | - | 1440 | - | - | - | - | 720 | 576 | - | 320 |

(1) Valores conformes al NEC (National Electrical Code)
 Estos valores son indicativos y varían en función del tipo motor, de su polaridad y del fabricante.

1 [HP] ≅ 0,7457 [KW] 1 [HP] ≅ 1,0139 [CV]



a) Circuito principal

N/
b)

C
C
P
P
R

Figura 9.2/1

Esquemas de conexión para el arranque y la parada

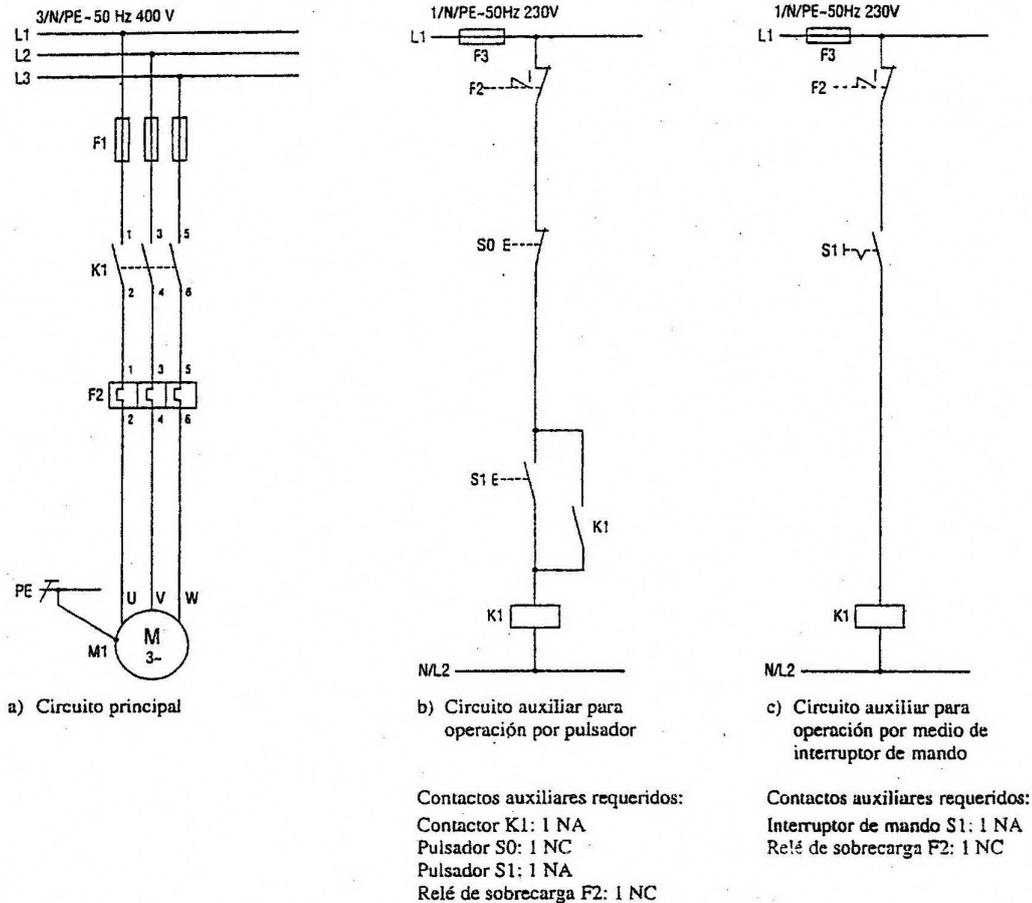


Figura 9.2/1
Esquemas de conexión para el arranque y la parada directas de motores trifásicos asíncronos

9.2-3 Arranque secuencia! automático de varios motores trifásicos asíncronos

En la figura 9.2/3 se representan los esquemas para el arranque secuencia! automático de varios motores trifásicos asíncronos (Circuito secuencia!]).

Operación por medio de pulsadores y contactor auxiliar (Figura 9.2/3b)

Conexión (Arranque): El pulsador SI aplica tensión a la bobina del contactor auxiliar K5, cuyo contacto de autorretención cierra. Un contacto NA del con tactor auxiliar K5 suministra tensión a la bobina de! contactor K1, y un contacto de K1 aplica tensión a la bobina de K2 y así sucesivamente hasta que conecte el contactor K4 ya que los contactos NA del con tactor K5 están cerrados. Los motores arrancan uno después del otro en forma automática por la acción de los contactores K1 a K4. Los picos iniciales de las corrientes de arranque de cada motor quedan así desplazados en el tiempo y la carga sobre la red es mucho menor que en un arranque simultáneo de todas las unidades. Esta disposición es útil para motores con tiempos de arranque muy breves o potencias reducidas. Cuando los tiempos de arranque de los motores son más largos, se recomienda diferir en el tiempo el arranque de cada motor con relés de tiempo hasta que el anterior llegue a valores admisibles y poder asegurar así que no se sobrecarga la red.

Desconexión (Parada): Con el pulsador SO se desconectan los contactores K1 hasta K4 y también K5. Todos los motores se detienen al mismo tiempo.

Operación por medio de pulsadores, sin contactor auxiliar (Figura 9.2/3 c)

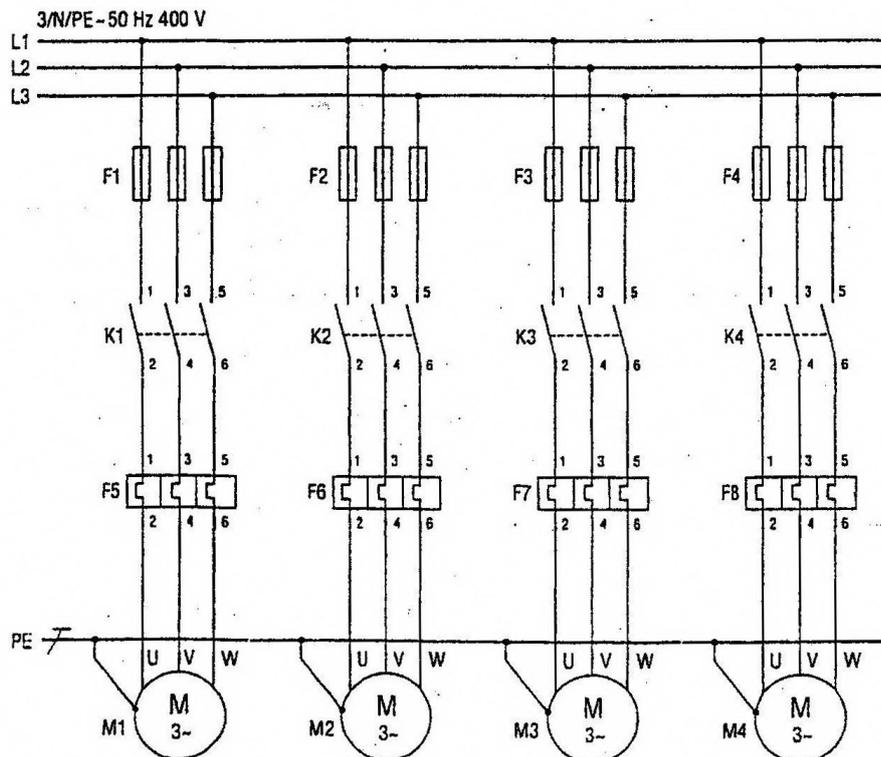


Conexión (Arranque): El pulsador S1 aplica tensión directamente a la bobina del contactor KL El contacto de autorretención y un contacto NA de KI cierran. Los contactores K2 a K4 se conectan uno tras otro. Los motores arrancan uno después del otro (ver conexión por pulsador y contactor auxiliar).

Desconexión (Parada): Con el pulsador SO se desconectan los contactores KI hasta K4. Todos los motores se detienen al mismo tiempo.

Operación por medio de interruptor de mando (Figura 9.2/3 d)

Cuando se acciona el interruptor SI, se aplica tensión a la bobina del contactor KL Un contacto NA 'del contactor KI cierra y suministra tensión a la bobina



a) Circuito principal

Figura 9.2/3
Esquemas de conexión para el arranque secuencial automático de varios motores trifásicos asincrónicos

b) Circuito auxiliar para operación por medio de pulsadores, relés de sobrecarga sin bloqueo de reconexión

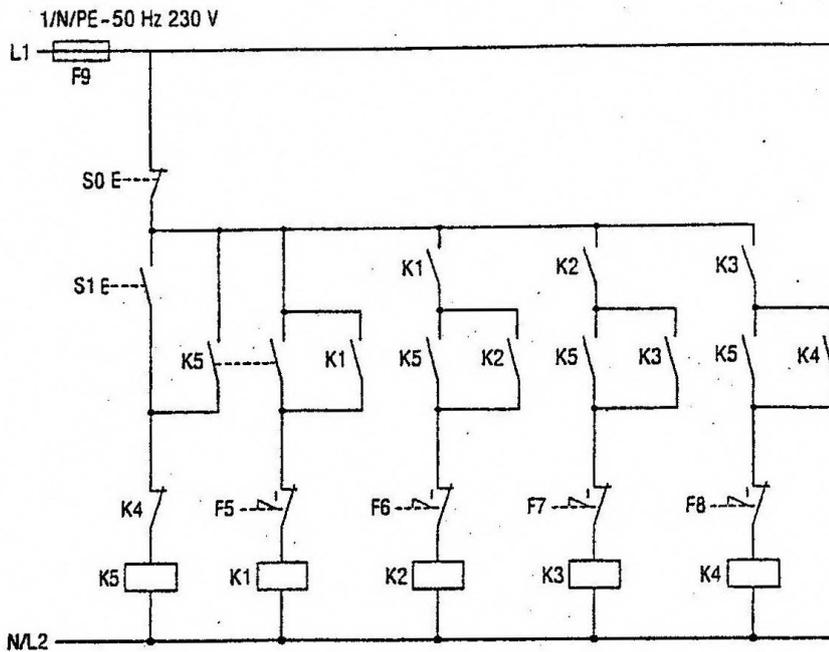
Contactos auxiliares requeridos:

Contactores K1, K2 y K3: 2 NA cada uno

Contactor K4: 1 NA 4+ 1 NC

Contactor auxiliar K5: 4 NA Pulsador SO: 1 NC

Pulsador SI: 1 NA



c) Circuito auxiliar para operación por medio de pulsadores, relés de sobrecarga con bloqueo de reconexión

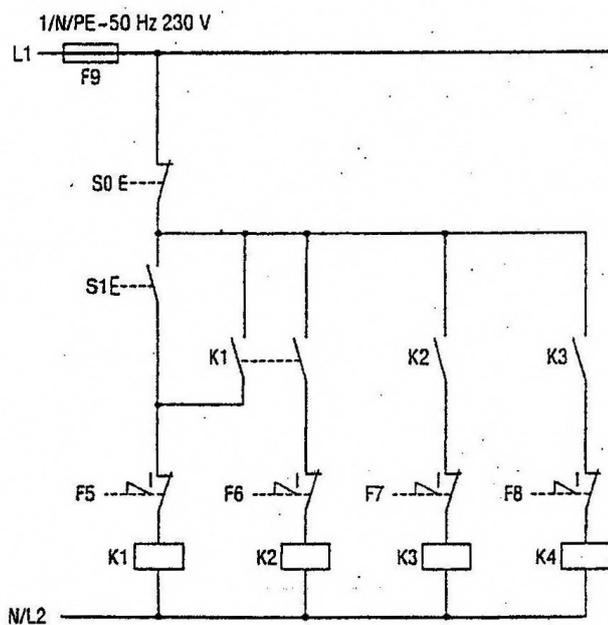
Contactos auxiliares requeridos:

Contactador K1: 2 NA

Contactores K2 y K3: 1 NA cada uno

Pulsador SO: 1 NC

Pulsador SI: 1 NA



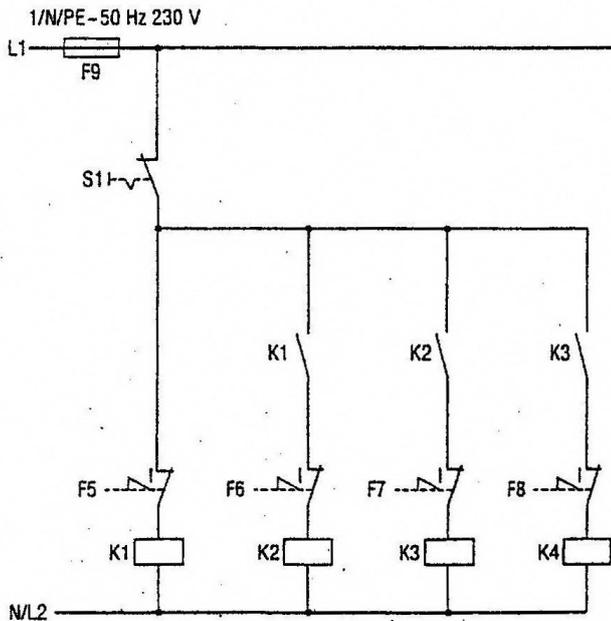


d) Circuito auxiliar para operación por medio de interruptor de mando

Contactos auxiliares requeridos:

Interruptor de mando S1 1 NA

Contactores K1, K2 y K3: 1 NA cada uno del contactor K2 y así sucesivamente, hasta que conecte K4. Los motores arrancan uno después del otro de una manera similar a la descrita para la operación por medio de pulsadores, sin contactor auxiliar. Cuando SI abre, todos los contactores se desconectan y los motores se detienen al mismo tiempo.



9.2.4 Inversión del sentido de giro de motores trifásicos asíncronos (Inversores de marcha)

Los esquemas para la inversión del sentido de giro de motores trifásicos asíncronos se muestran en la figura 9.2/4. En el catálogo "Aparatos y Sistemas" de Siemens se suministra la información necesaria de los inversores de marcha con su cableado completo y con enclavamiento mecánico, así como de los componentes para su armado.

Operación por medio de pulsadores (Figura 9.2/4 b)

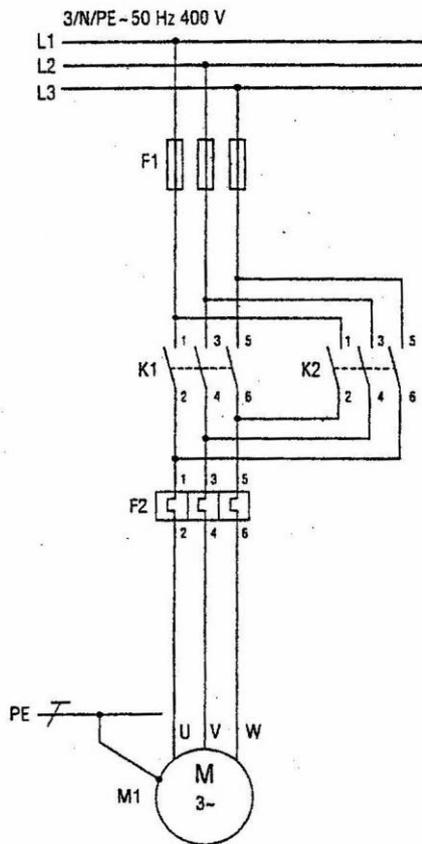
Conexión (Arranque): El pulsador S1 suministra tensión a la bobina del contactor K1, cierra el contacto de auto retención de K1 y el motor arranca con un sentido de giro, por ejemplo, hacia la derecha.

Inversión: Cuando se acciona el pulsador S2, su contacto NC desconecta el contactor K1 al mismo tiempo que el contacto NA del mismo pulsador da el co-, mando de conexión al contactor K2. Dicha orden es efectiva una vez que cerró el contacto NC del contactor K1. El motor se frena y arranca con sentido de giro hacia la izquierda.

Desconexión (Parada): Cuando se acciona el pulsador SO, se abre el circuito de alimentación de los contactores K1 y K2, el contactor conectado desconecta y el motor se detiene.

Operación por medio de interruptor de mando (Figura 9.2/4 c)

El interruptor SI conecta el contactor K1 y desconecta el K2 o viceversa, según su posición. El resto de la operación es análoga a la operación por medio de pulsadores.

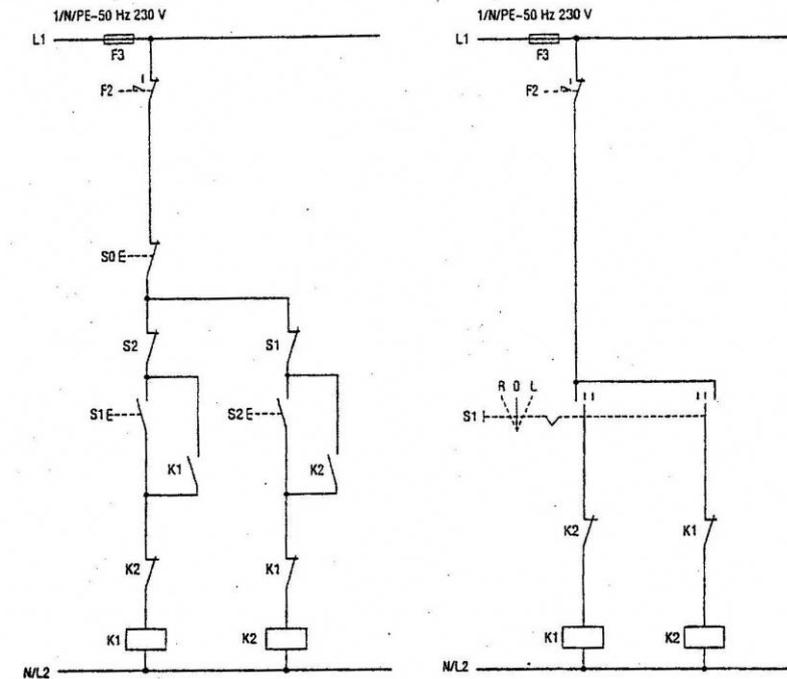


a) Circuito principal

Figura 9.2/4
Esquemas de conexión para la inversión de marcha de mo-
tores trifásicos asincrónicos



Arranque y parada directos de motores trifásicos



b) Circuito auxiliar para operación por medio de pulsadores

c) Circuito auxiliar para operación por medio de interruptor de mando

Contactos auxiliares requeridos:
 Contactores K1 y K2: 1 NA + 1 NC cada uno
 Pulsador S0: 1 NC
 Pulsadores S1 y S2: 1 NA + 1 NC
 Relé de sobrecarga F2 1 NC

Contactos auxiliares requeridos:
 Interruptor de mando S1 con tres posiciones
 Contactores K1 y K2: 1 NC cada uno
 Relé de sobrecarga F2 1 NC

9.3 Arranque de motores trifásicos asincrónicos

En esta sección se describen ejemplos de esquemas de conexión con contactores para el arranque de motores asincrónicos. En el Manual de Circuitos SIKOSTART 3RW2 (Número de Pedido E2000I-P285-A484-V2) podrán consultarse los esquemas para el arranque y paradas suaves con estos equipos electrónicos.

En el arranque estrella-triángulo debe realizarse un cambio de fase entre los contactores de red y triángulo. Además de los ejemplos aquí descriptos, con frecuencia, se utiliza la así denominada "Conexión Europa" que se representa en la figura 9.3/1.

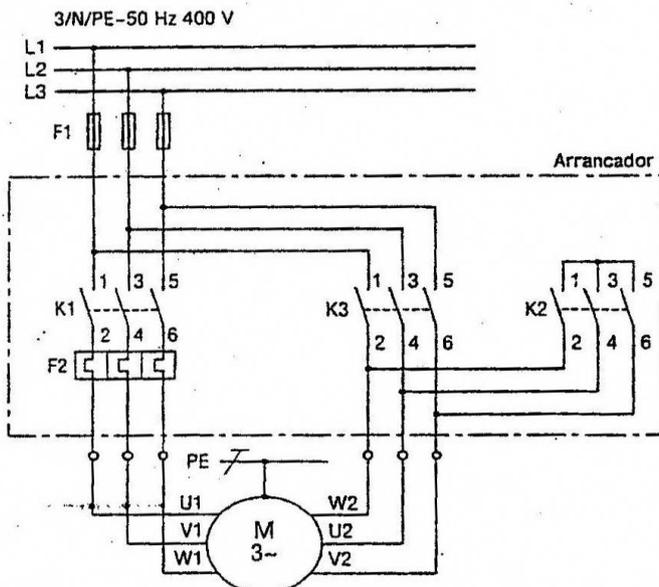


Figura 9.3/1



9.3.1 Arranque estrella-triángulo de motores trifásicos asincrónicos, conexión con tres contactores: de red, estrella y triángulo

Los esquemas para arranque estrella-triángulo de motores trifásicos asincrónicos de diferentes potencias se representa en la figura 9.3/2. Para satisfacer los requerimientos de protección de motores especificados por las normas EEC 947-4-1 y DIN VDE 0660, Parte 104 tienen que ejecutarse los circuitos, en función de las potencias, según las figuras 9.3/2 a hasta c).

Las combinaciones de contactores para el arranque estrella-triángulo de motores trifásicos pueden provocar cortocircuitos durante la conmutación de estrella a triángulo, para evitar esto debe emplearse un relé de tiempo estrella-triángulo con pausa de conmutación para pasar de una etapa a la otra. De esta manera se asegura que se extingue el arco de apertura del contactor estrella antes que cierre el contactor triángulo (Circuito auxiliar: Sección 9.10 Esquemas de conexión con relés de tiempo).

Selección de los contactores para tiempos de arranque de hasta 10 s

Los contactores. deben seleccionarse de manera tal que cumplan con los siguientes valores:

Contactor de red K1 para el 58 % de la potencia del motor

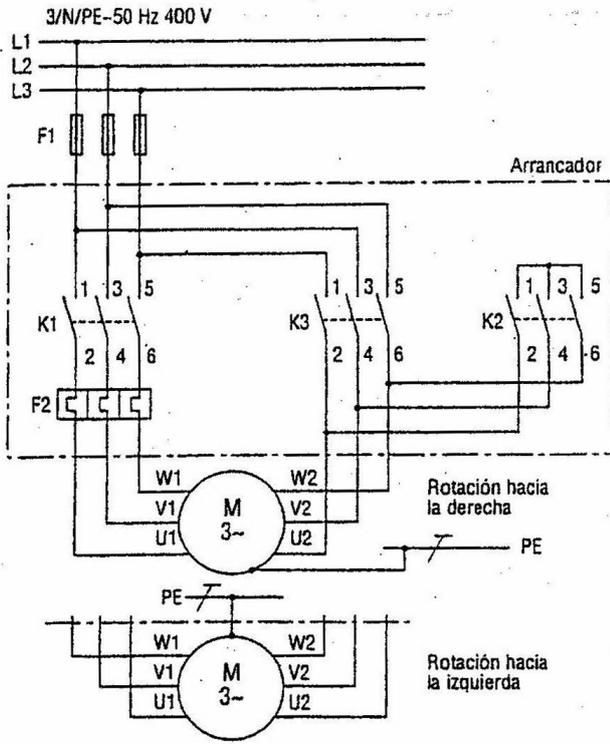
Contactor estrella K2 para el 33 % de la potencia del motor

Figura 93/2 (Ver la página siguiente) > Esquemas de conexión para el arranque estrella-triángulo de motores trifásicos asincrónicos con contactores estrella, triángulo y de red para diferentes potencias

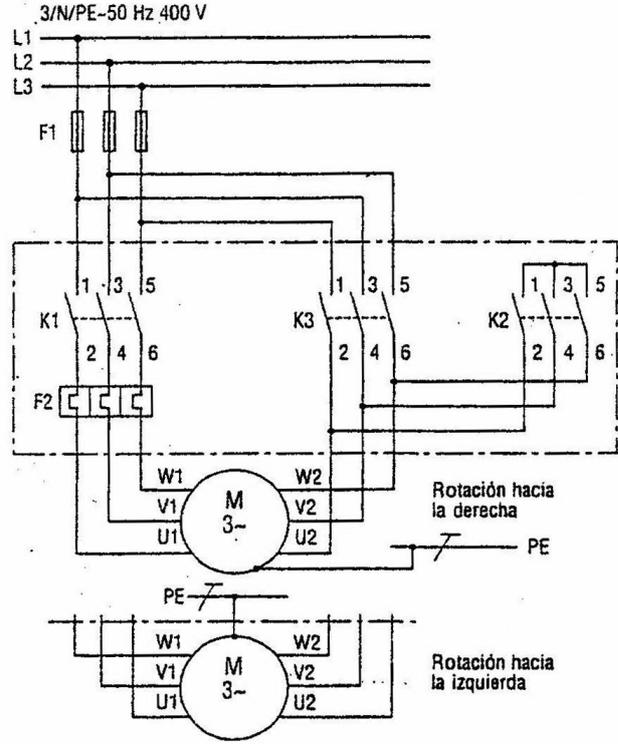
- a) Circuito principal para arrancador estrella-triángulo de hasta 160 A. Alimentación común para los contactores de red y triángulo, al igual que la protección por medio de fusibles.
- b) Circuito principal para arrancador estrella-triángulo de hasta 630 A. Alimentación separada para los contacto-res de red y triángulo, protección común por medio de fusibles de hasta 630 A y relé de tiempo estrella-triángulo.
- c) Circuito principal para arrancador estrella-triángulo de hasta 630 A. Alimentación separada para ios contacto-res de red y triángulo, al igual que la protección por medio de fusibles.
- d) Circuito auxiliar para arrancador estrella-triángulo con operación por medio de pulsadores para 3TE de 45 hasta 630 A, con relé de tiempo estrella-triángulo 7PU62.



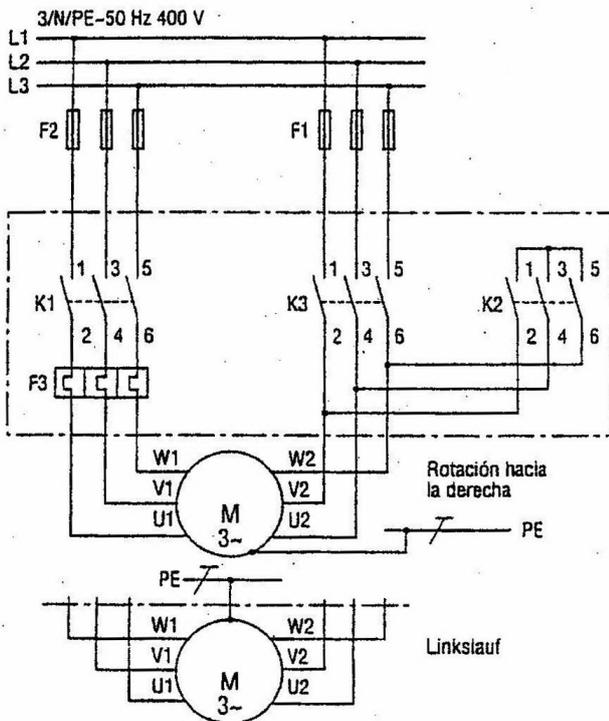
Arranque de motores trifásicos asíncronos



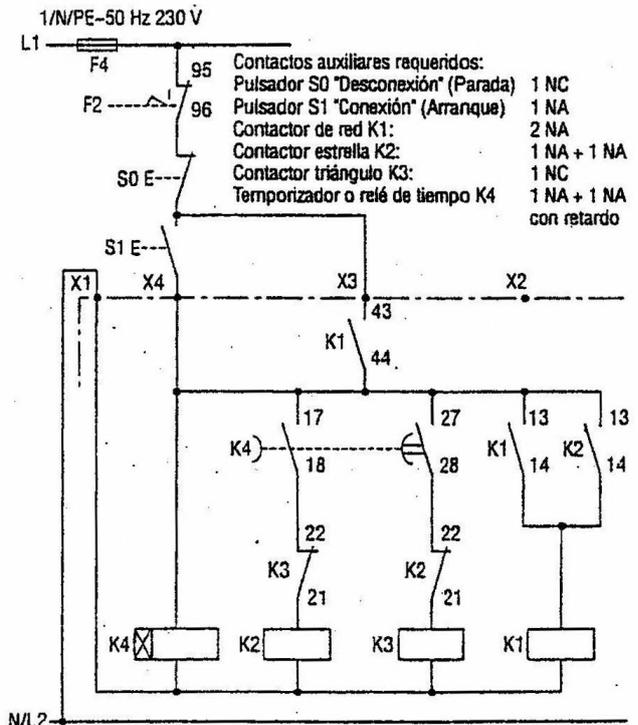
a)



b)



c)



d)



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO
FACULTAD DE INGENIERÍA – CÁTEDRA De INSTALACIONES II

PROYECTO DE FUERZA MOTRIZ

Ing. Fara Alejandro

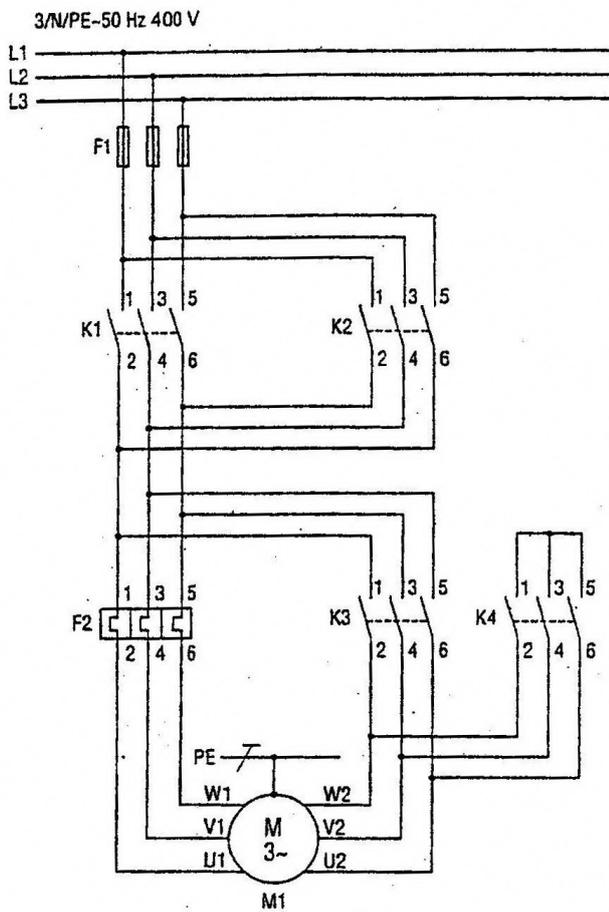


FACULTAD DE INGENIERIA
en acción continua...

FALTA HOJA 10 DE FOTOCOPIAS

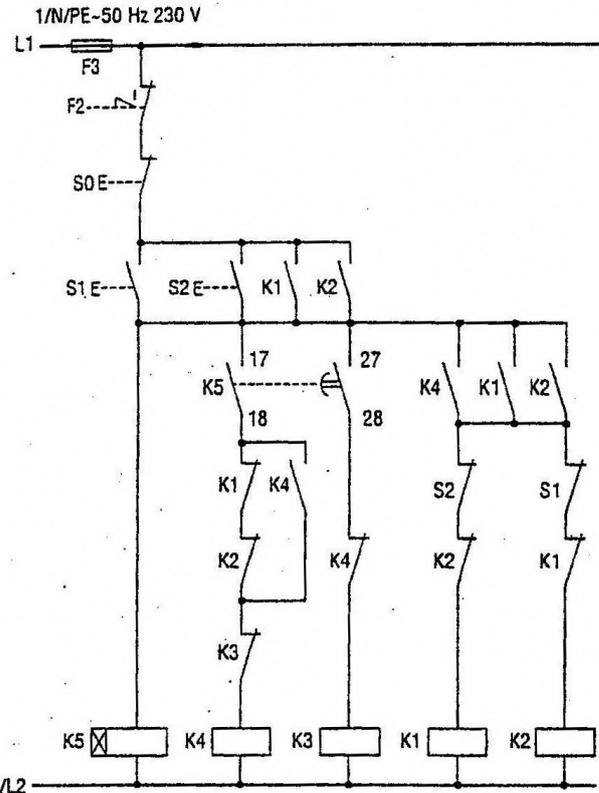


9 Esquemas de conexión básicos



a) Circuito principal

Figura 9.3/7
 Esquemas de conexión para el arranque estrella-triángulo de un motor trifásico asincrónico con dos sentidos de giro



b) Circuito auxiliar para operación por pulsador

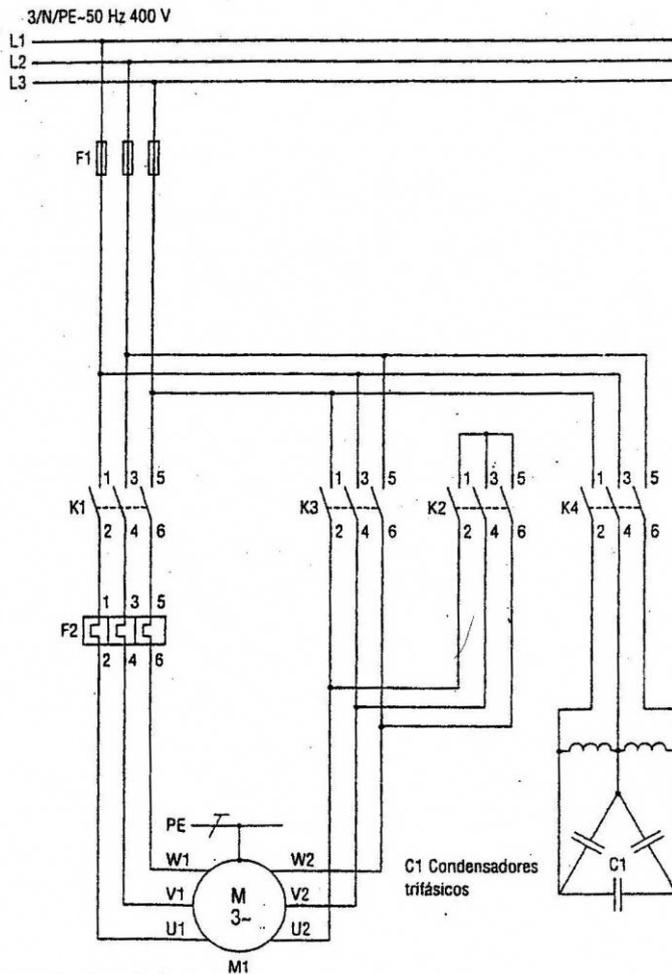
- Contactos auxiliares requeridos:
 Contactor K1: 2 NA + 2 NC
 Contactor K2: 2 NA + 2 NC
 Contactor K3: 1 NC
 Contactor K4: 2 NA + 1 NC
 Relé de tiempo K5 1 NA sin retardo + 1 NA con retardo
 Pulsador S0: 1 NC
 Pulsadores S1 y S2 1 NA + 1 NC cada uno

9.3-5 Arranque estrella-triángulo de motores trifásicos asincrónicos con compensación de la energía reactiva

En la figura 9.3/8 se representan los esquemas de un arranque estrella-triángulo de motores trifásicos asincrónicos con compensación de la energía reactiva (Condensadores independientes de los bobinados del motor) y "relé de tiempo con pausa en la conmutación de estrella a triángulo.

Operación por medio de pulsadores (Figura 9.3/8 b)

Conexión (Arranque): El pulsador S1 activa al relé de tiempo estrella-triángulo K5, cuyo contacto N/i de acción instantánea conecta el contactor estrella K2. El contacto NA de K2 conecta el contactor de red K1 y el contactor de compensación K4. Los contactos de auto retención de los contactores K1 y K2 cierran, y el motor arranca en conexión estrella.



a) Circuito principal

Figura 93/8

Esquemas de conexión para el arranque estrella-triángulo de un motor trifásico asincrónico con compensación de la energía reactiva

9.3.6 Arranque de motores trifásicos asincrónicos con SIKOSTART 3RW21

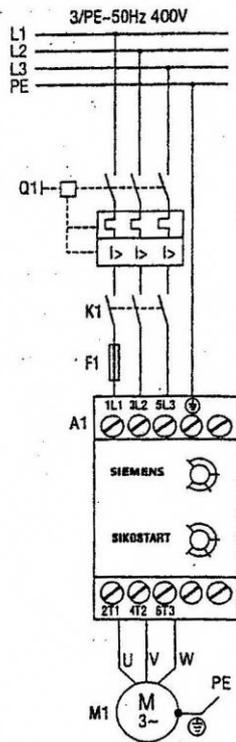
En la figura 9.3/9 se representan los esquemas correspondientes al arranque de motores trifásicos asincrónicos con SIKOSTART 3RW2L

Operación por medio de pulsadores (Figura 9.3/9 b)

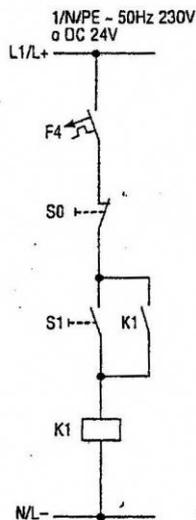
Conexión (Arranque): El pulsador S1 activa el contactor K1. El contacto de auto retención del contactor K1 Cierra. Al aplicar tensión a los bornes 1L1, 3L2.y 5L3 de A1 (SIKOSTART 3RW21) comienza el arranque suave del motor.

Una vez transcurrido el tiempo de aceleración ajustado, un reintegrado puentea los semiconductores de potencia del SIKOSTART 3RW21 y se aplica al motor toda la tensión de la red.

Desconexión (Parada): Cuando se acciona el pulsador SO, se abre el con tactor K1. El motor y el equipo SIKOSTART 3RW21 (A1).se desconectan.



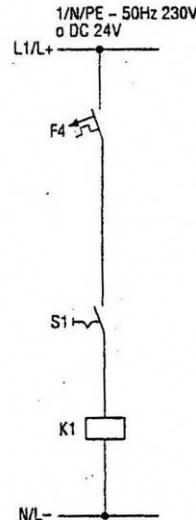
a) Circuito principal



Interruptor automático F4

Contactos auxiliares requeridos:
Contacto K1: 1 NA
Pulsador S0: 1 NC
Pulsador S1: 1 NA

b) Circuito auxiliar para operación por medio de pulsadores



Interruptor automático F4

Contactos auxiliares requeridos:
Interruptor de mando S1 1 NA

c) Circuito auxiliar para operación por medio de interruptor de mando

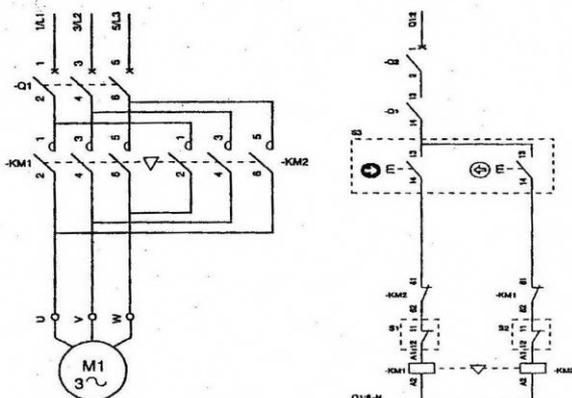
Figura 9 3/9

Esquemas de conexión para el arranque de motores trifásicos asíncronos con SIKOSTART 3RW21

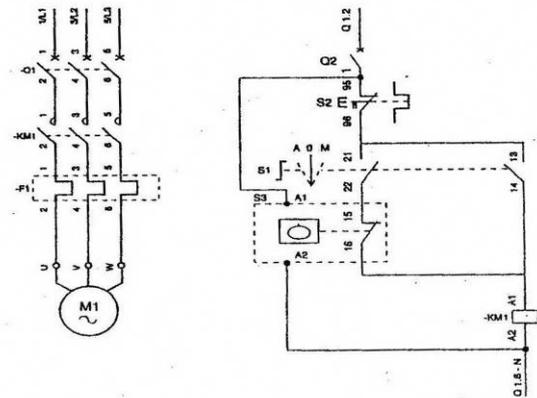
Aplicaciones

Comando no mantenido de un portón corredizo
Parada automática por interruptores de posición

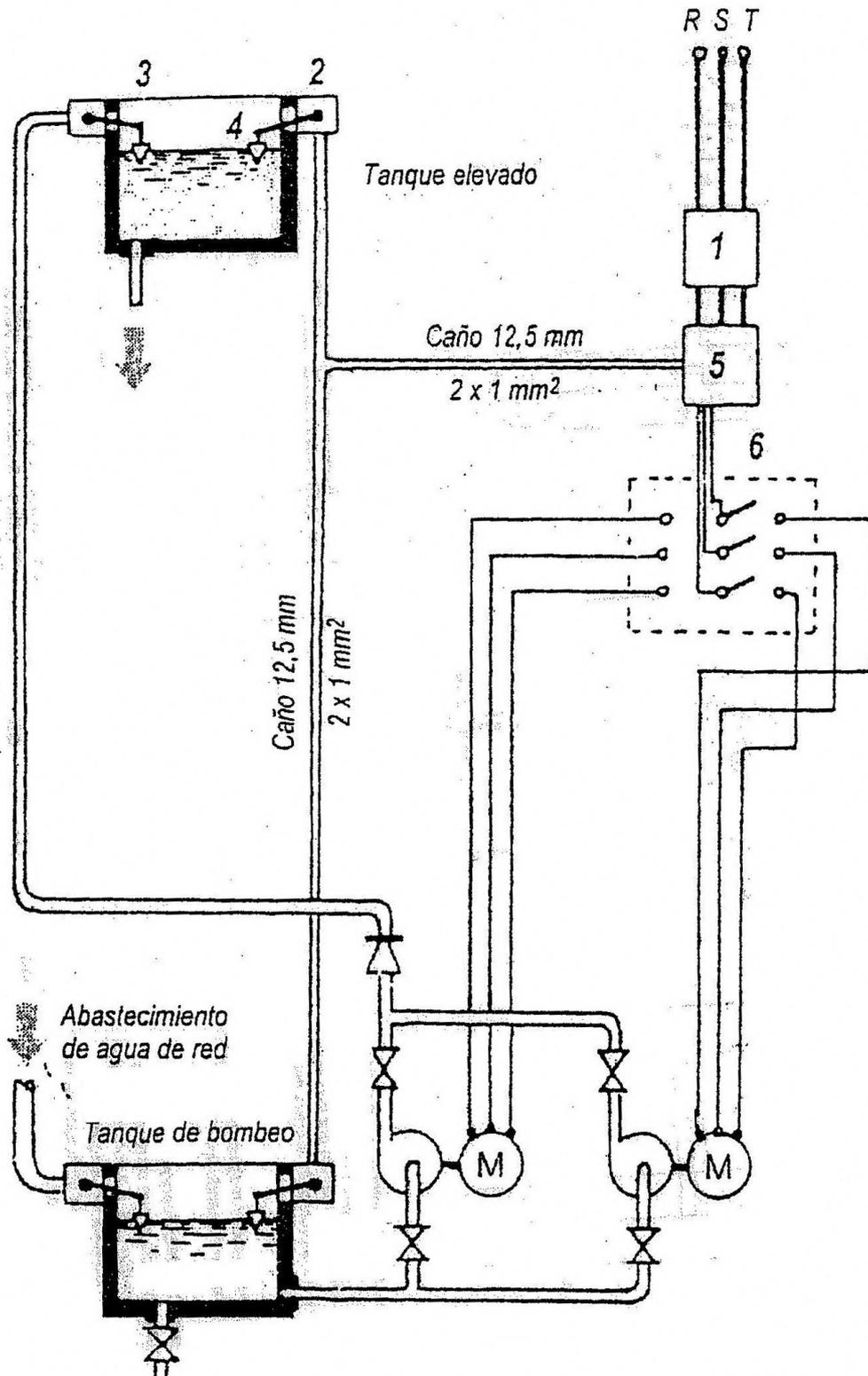
Comando mantenido de un tanque.
Con control de bajo nivel por sonda



- Q1: Guardamotor magnético tipo GV2-L/LE), calibre In del motor. Al permitirse la marcha por impulsos se omite la protección térmica del motor.
- Q2: Interruptor magnetotérmico para circuitos de comando tipo GB2.
- KM1 - KM2: Función

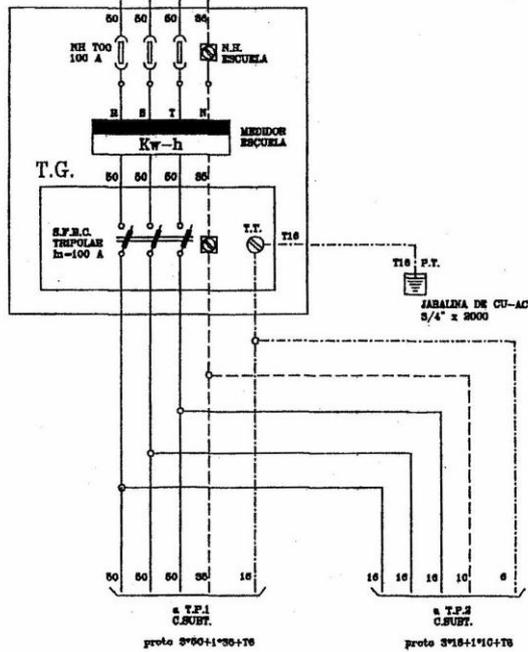


- Q1: Guardamotor magnético tipo GV2-L/LE), calibre In del motor.
- Q2: Interruptor magnetotérmico para circuitos de comando tipo GB2.
- KM1: Contactor tipo LC1-K, D, F. Calibre In del motor en función de la categoría de empleo.

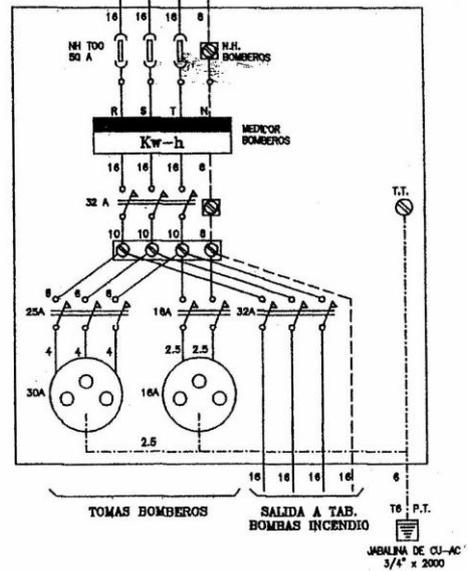




Medición escuela

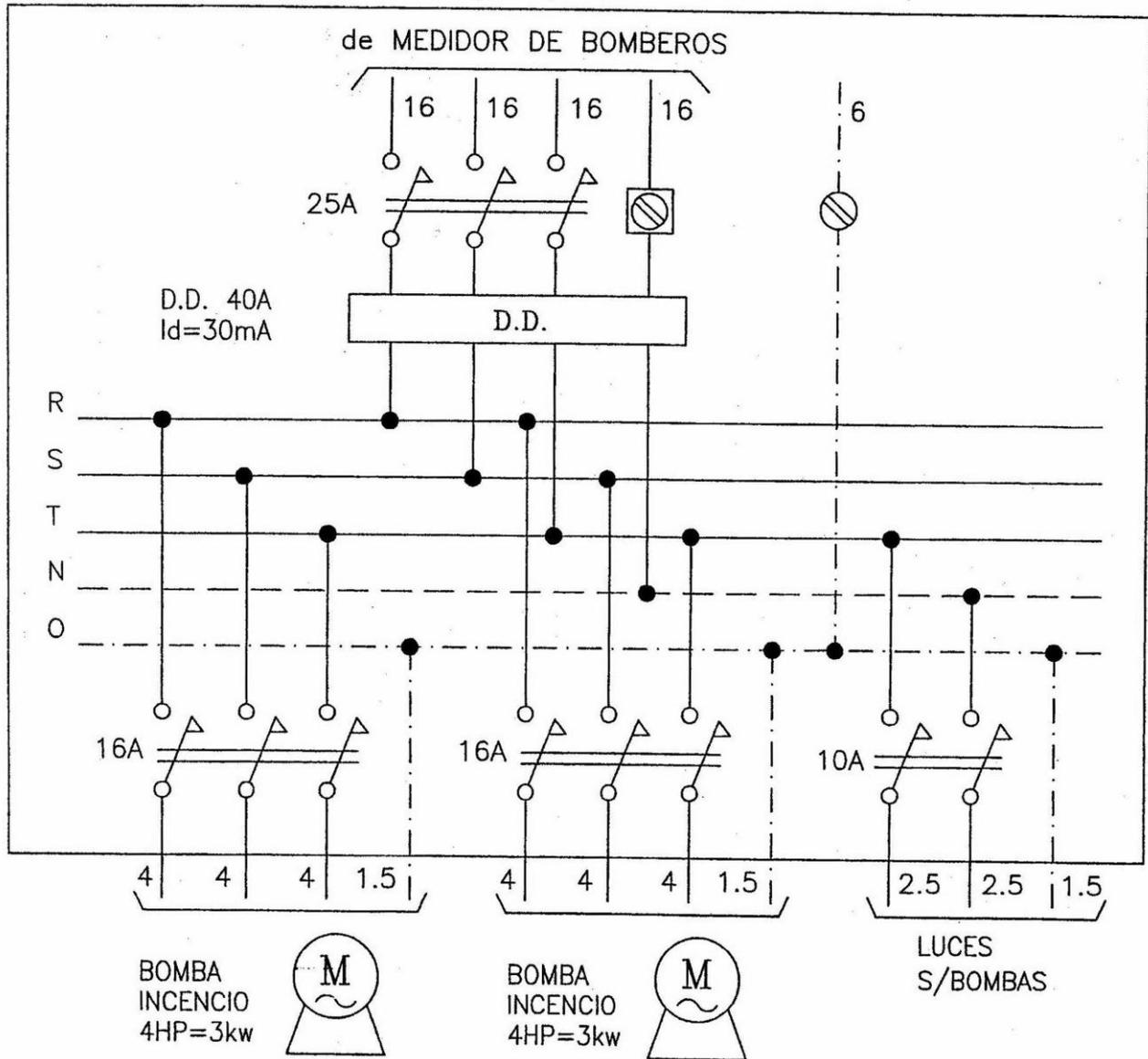


Medición bomberos





T. BOMBAS INCENDIO



Instalación eléctrica de bombas elevadoras de agua

Las bombas elevadoras de agua son accionadas por motores eléctricos y son instaladas normalmente por razones de seguridad en by-pass, para funcionar una de ellas como reserva en caso de falla de la otra. Toman el agua del tanque de bombeo situado en el sótano y la impulsan al tanque a un tanque elevado denominado *tanque de reserva*.

Las necesidades de la bomba surge de los requerimientos de consumo de agua en el edificio, debiéndose establecer dos datos básicos para determinar sus características:

- Caudal de circulación (C)
- Altura manométrica o presión medida en altura que puede vencer (H)

En base estos datos se calcula la potencia en HP mediante la f



$$P = \frac{C \cdot H \cdot \gamma}{3600 \times T}$$

Siendo:

P: potencia (HP).

C: caudal de agua (l/h).

H: altura manométrica de la bomba (m).

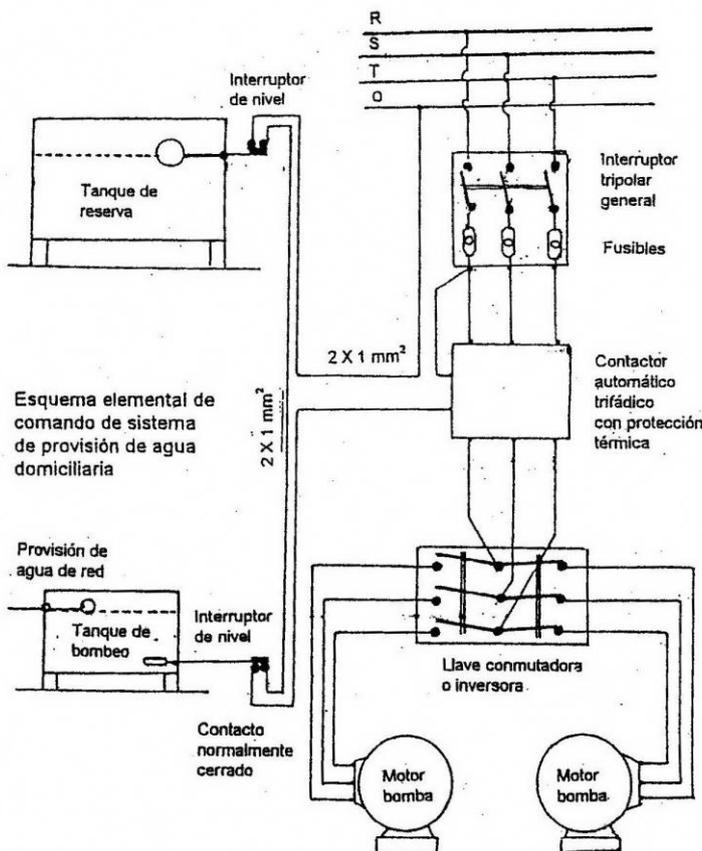
γ : peso específico del agua (kgVI). Se adopta igual a 1.

T: rendimiento de la bomba (%). Se adopta 40 a 70 %.

Calculada de esa manera la potencia eléctrica, se adopta un 10 a 20% mas como seguridad.

La instalación se comanda por contactos eléctricos accionados por flotantes ubicados en ambos tanques, de modo que cuando se alcanza en el tanque de reserva el nivel mínimo prefijado, comienza el bombeo, hasta alcanzar el tope superior que detiene las bombas.

Además, debe preverse que si deja de llegar agua al tanque de bombeo por una interrupción en la provisión exterior y el nivel de ese tanque descendiera del nivel establecido previamente, debe detenerse el bombeo en forma automática para evitar el accionamiento en vacío, que puede deteriorar el motor de la bomba.



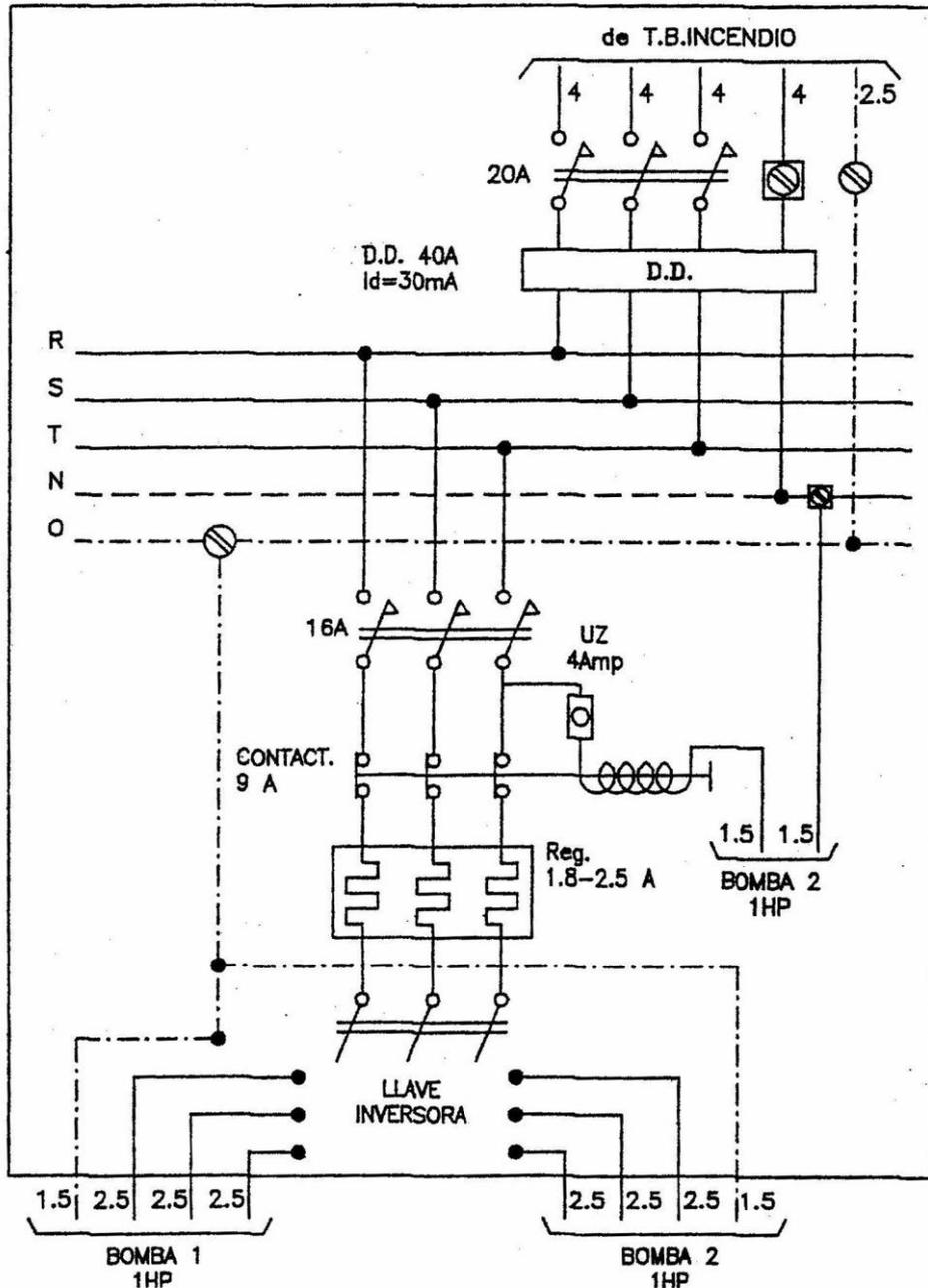
En la figura se detalla el funcionamiento del sistema. Cuando el tanque de reserva alcanza el nivel mínimo establecido, se cierra el contacto del regulador de nivel y el circuito de comando activa la bobina del contactor, que cierra los contactos principales de fuerza motriz, poniendo en funcionamiento la bomba habilitada.

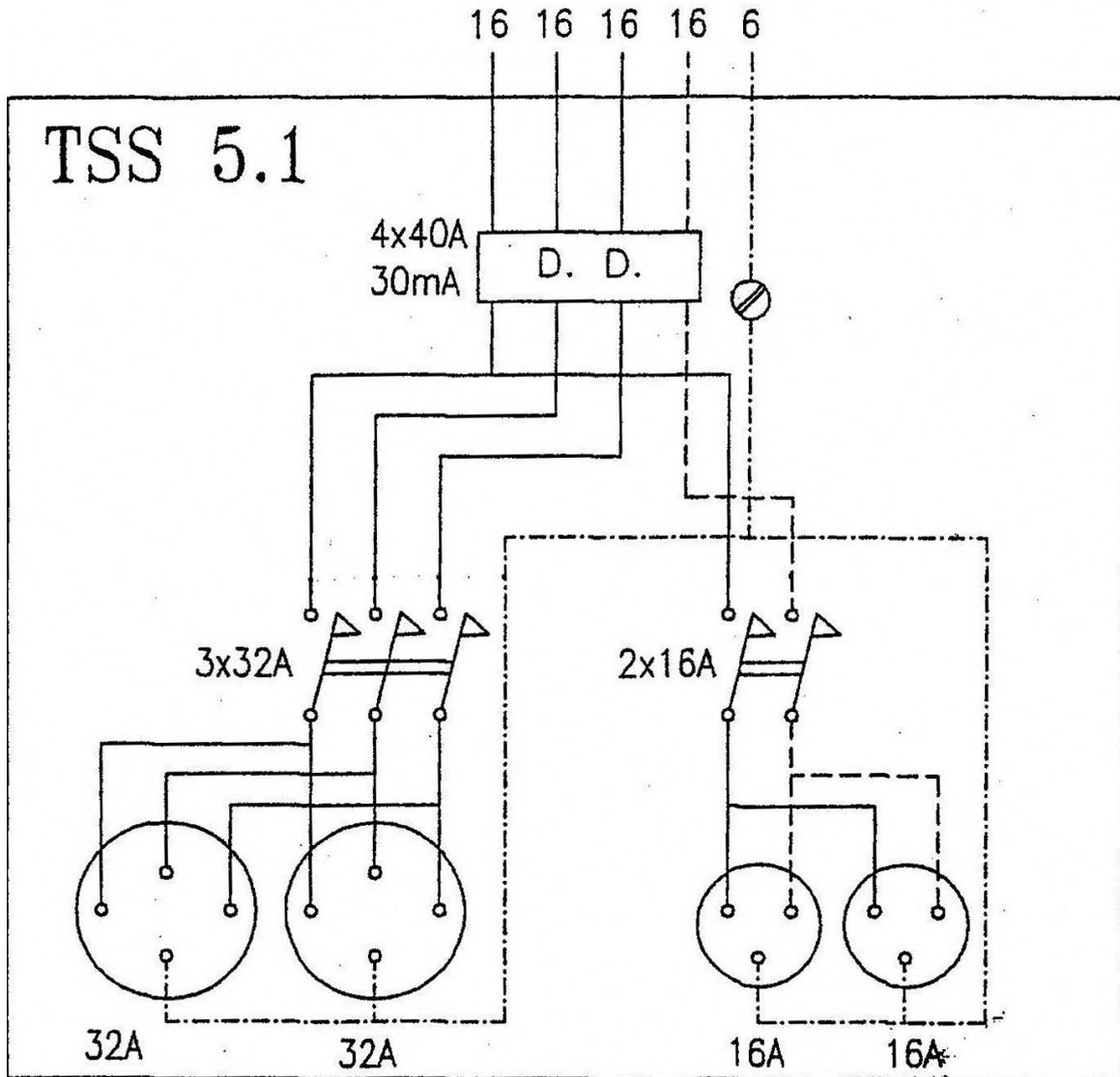
Cuando el nivel sube hasta un nivel superior determinado, el regulador de nivel abre los contactos y al deshabilitarse el circuito de comando se produce el efecto contrario al anterior, deteniéndose el funcionamiento de la bomba

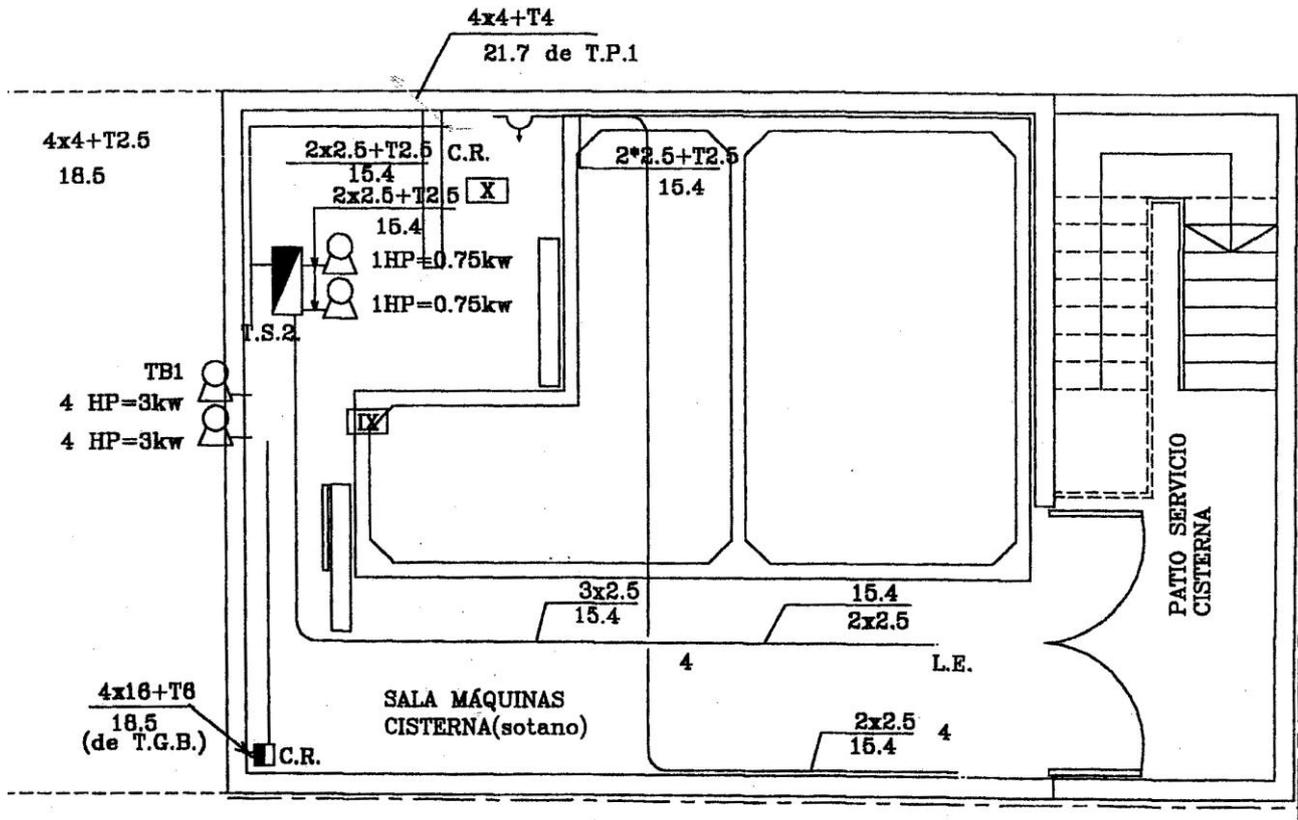


Además en serie en el circuitote comando hay u regulador de nivel en el tanque de bombeo con contactos normalmente cerrados, ue se abren en caso de que el nivel del tanque de bombeo desciende de un valor mínimo prefijado, desactivando el circuito para detener la bomba, evitando que trabaje en vacío y se produzca el descebado. Las bombas generalmente se instalan en By-pass por razones de seguridad y mantenimiento, por las cuales las habilita manualmente mediante llaves conmutadoras o inversoras, por supuesto, previo accionamientote las válvulas de agua correspondiente.

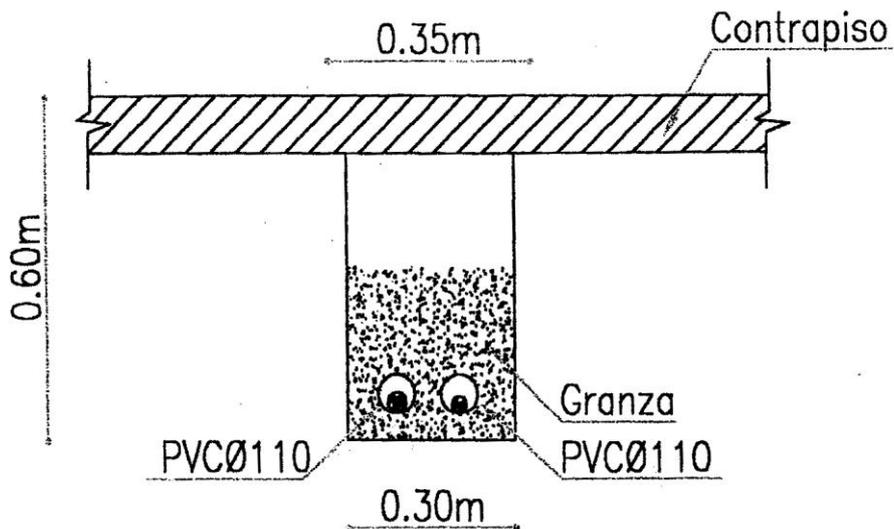
T. BOMBAS CISTERNA





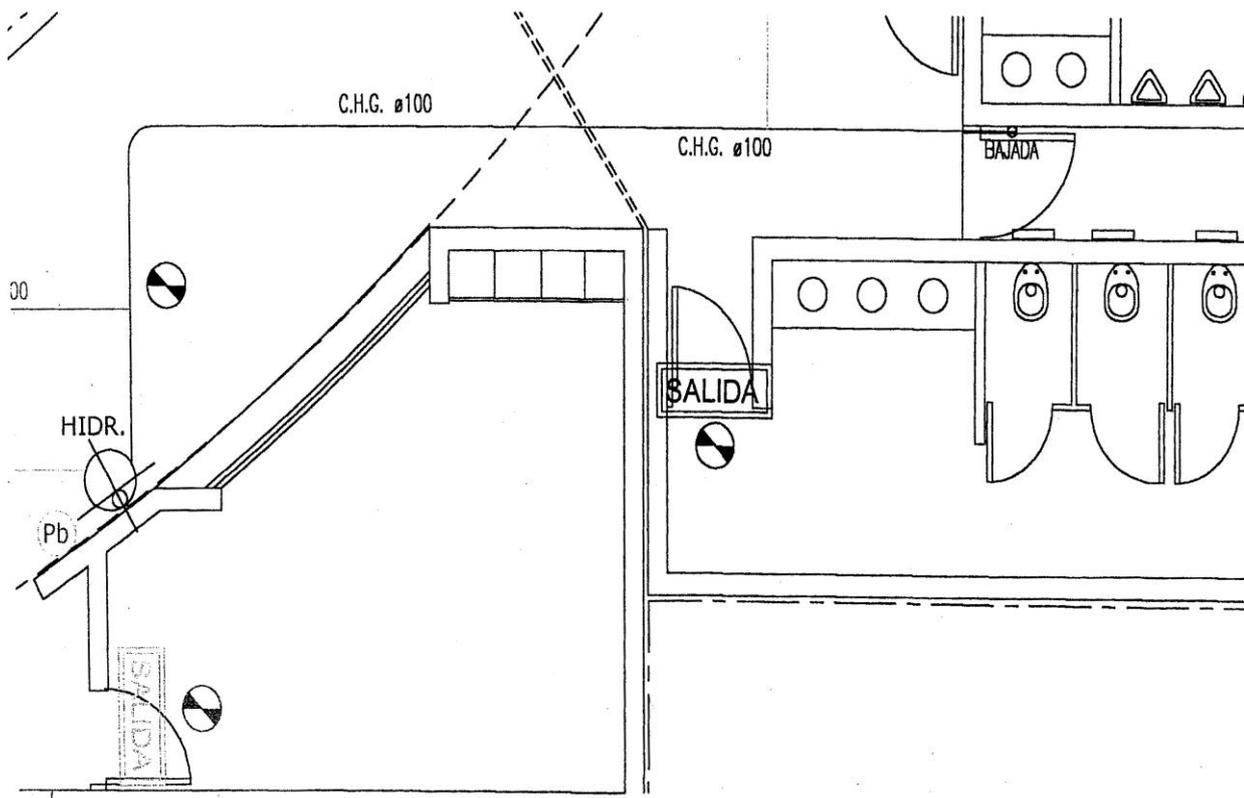
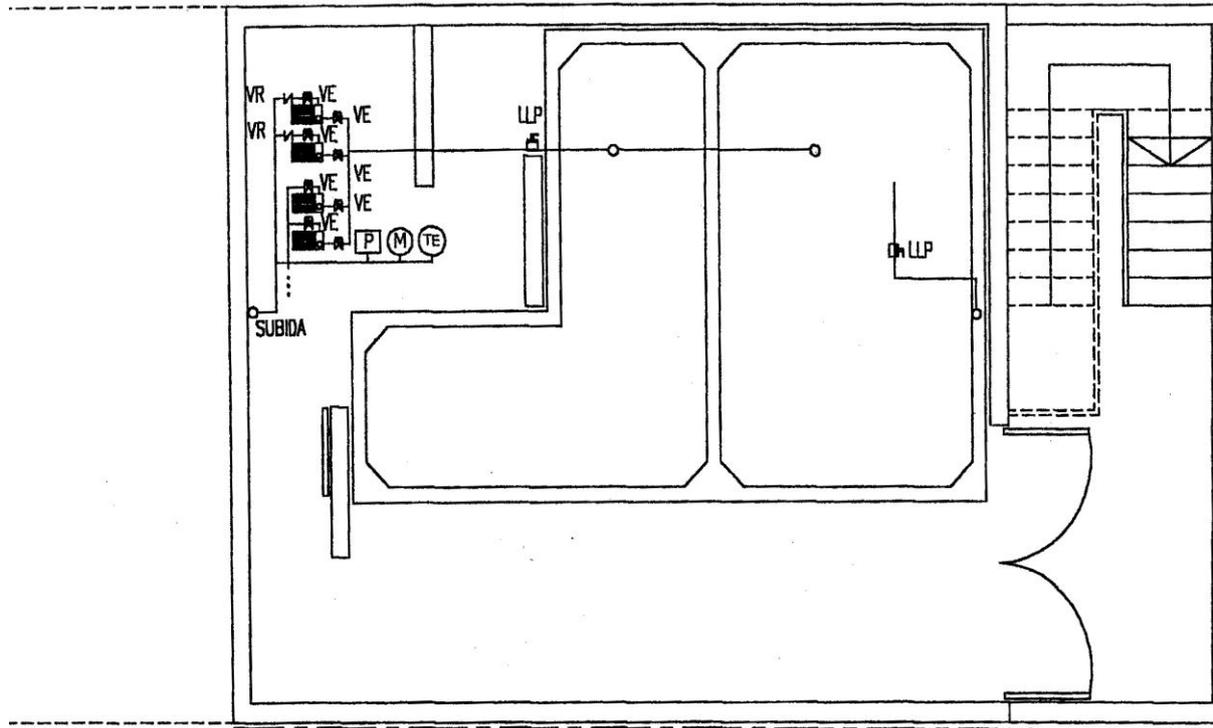


DETALLE A



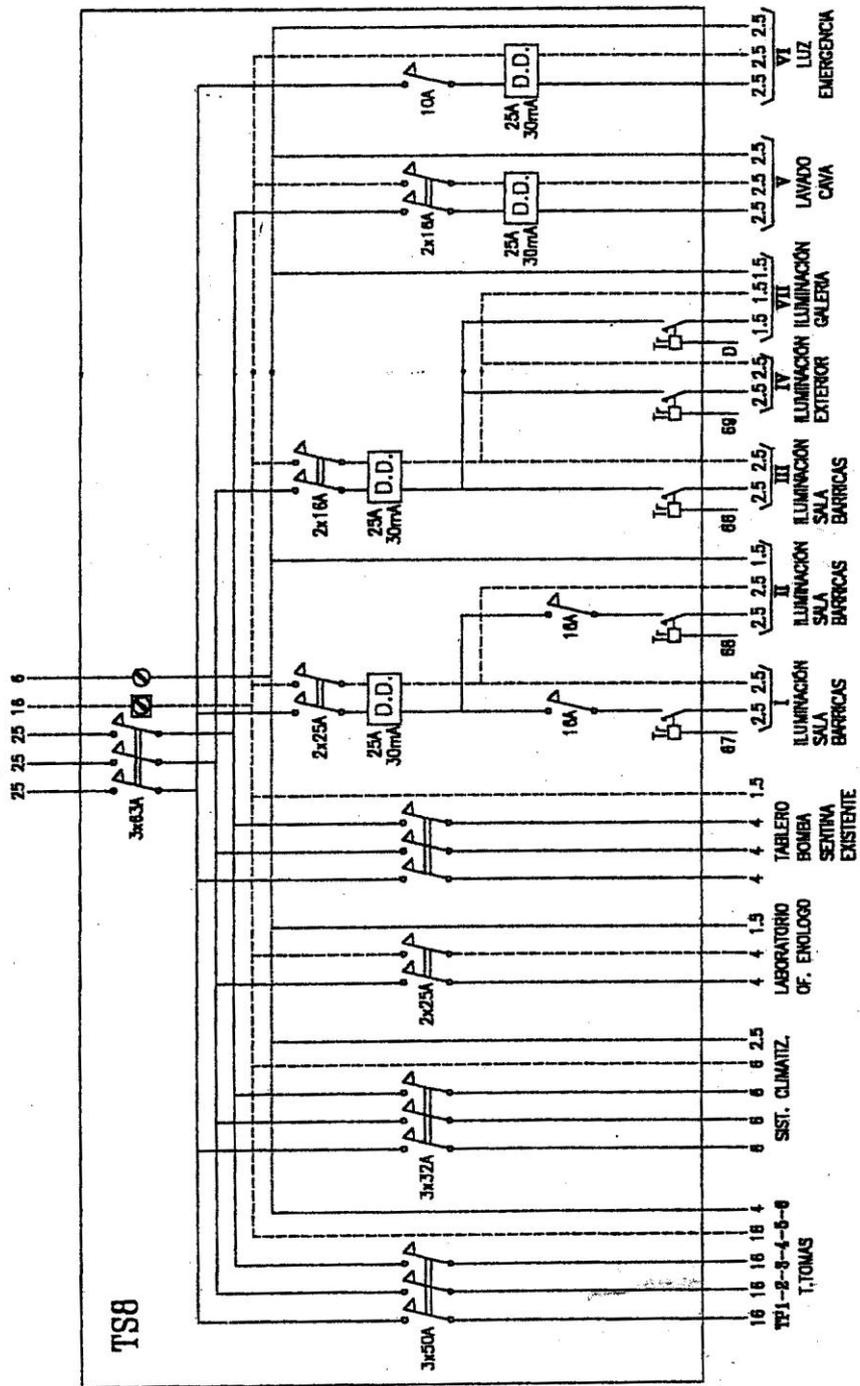


UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO
FACULTAD DE INGENIERÍA – CÁTEDRA De INSTALACIONES II
PROYECTO DE FUERZA MOTRIZ
Ing. Fara Alejandro



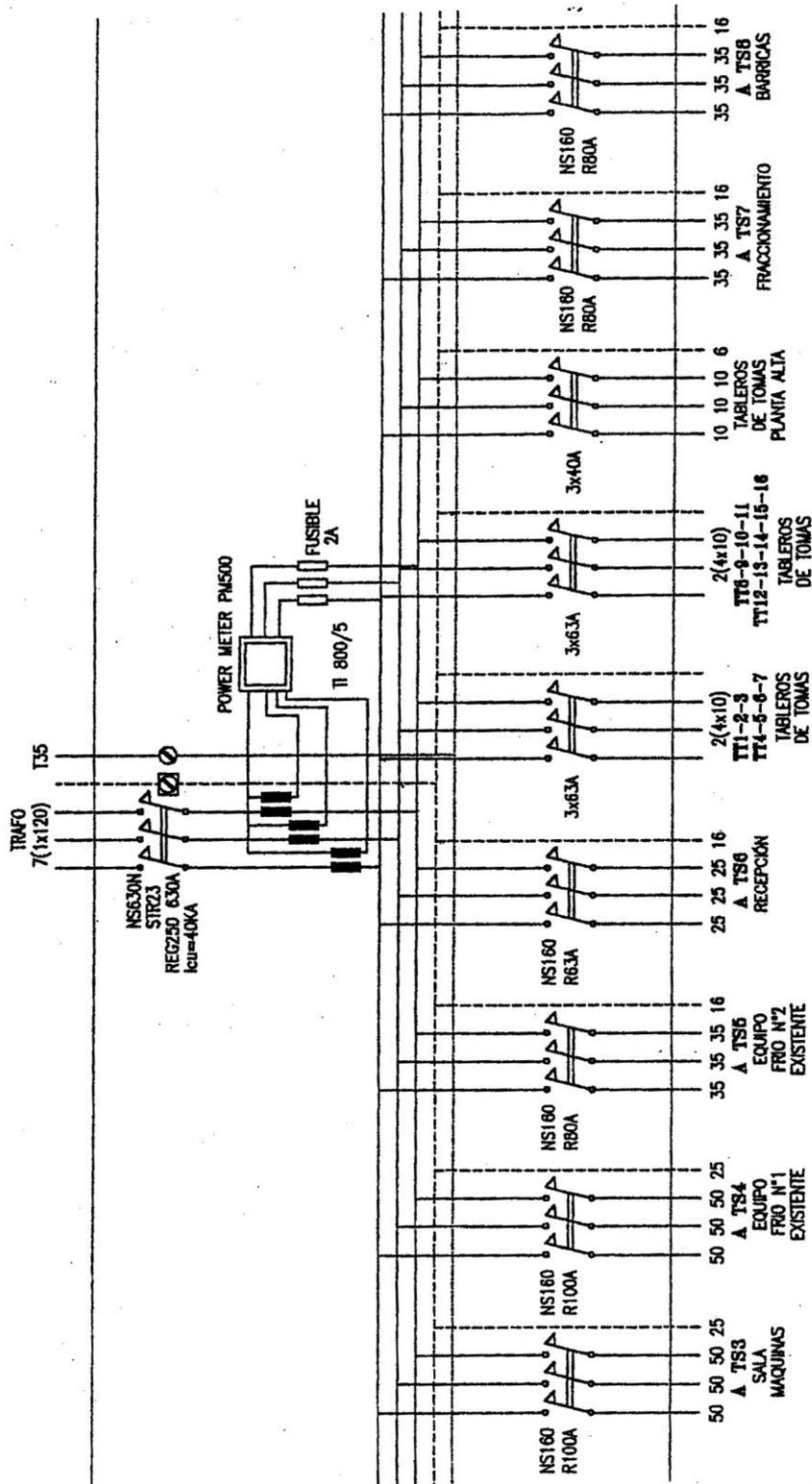


UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO
FACULTAD DE INGENIERÍA – CÁTEDRA De INSTALACIONES II
PROYECTO DE FUERZA MOTRIZ
Ing. Fara Alejandro





UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO
FACULTAD DE INGENIERÍA – CÁTEDRA De INSTALACIONES II
PROYECTO DE FUERZA MOTRIZ
Ing. Fara Alejandro





UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO
FACULTAD DE INGENIERÍA – CÁTEDRA De INSTALACIONES II

PROYECTO DE FUERZA MOTRIZ

Ing. Fara Alejandro



FACULTAD DE INGENIERIA
en acción continua...

Para cables unipolares de simple vaina (IRAM 2183) los valores aproximados de resistencia efectiva a 70°C y 50 Hz considerando una separación del orden de un diámetro de conductor entre ellos

| Sección conductor de Cu (mm ²) | Resistencia en c.a. a 70°C(ohm/m x 10 ⁻³) | Reactancia inductiva a 50 Hz (ohm m x 10 ⁻³) |
|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| 1 | 19,5 | 0,35 |
| 1,5 | 13,3 | 0,33 |
| 2,5 | 7,98 | 0,31 |
| 4 | 4,95 | 0,29 |
| 6 | 3,3 | 0,28 |
| 10 | 1,91 | 0,27 |
| 16 | 1,21 | 0,25 |
| 25 | 0,78 | 0,24 |
| 35 | 0,554 | 0,23 |
| 50 | 0,386 | 0,22 |
| 70 | 0,272 | 0,21 |
| 95 | 0,20 | 0,20 |



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO
FACULTAD DE INGENIERÍA – CÁTEDRA De INSTALACIONES II
PROYECTO DE FUERZA MOTRIZ
 Ing. Fara Alejandro



CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO TRIFÁSICO AL FINAL DE UNA LÍNEA ELÉCTRICA

| Sección del conductor en COBRE | | Longitud de la línea en m | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|-----|---------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| mm ² | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1,5 | | | | | | | | | | | | | | | 0,9 | 1,3 | 1,6 | 3,1 | 6,2 | 7,8 | 9,4 | 13 | 16 | 31 |
| 2,5 | | | | | | | | | | | | | 1,0 | 1,3 | 1,6 | 2,1 | 2,6 | 5,1 | 10 | 13 | 16 | 21 | 26 | 51 |
| 4 | | | | | | | | | | | | 0,8 | 1,6 | 2,1 | 2,5 | 3,4 | 4,2 | 8,2 | 16 | 21 | 25 | 34 | 42 | 82 |
| 6 | | | | | | | | | | | | 1,2 | 2,5 | 3,1 | 3,8 | 5,1 | 6,4 | 12 | 25 | 31 | 38 | 51 | 64 | 123 |
| 10 | | | | | | | | | | 0,8 | 1,1 | 2,1 | 4,1 | 5,2 | 6,3 | 8,4 | 11 | 21 | 41 | 52 | 63 | 84 | 106 | 205 |
| 16 | | | | | | | 0,8 | 1,0 | 1,3 | 1,7 | 3,3 | 6,6 | 8,3 | 10 | 13 | 17 | 33 | 66 | 83 | 100 | 135 | 170 | 329 | |
| 25 | | | | | | 1,1 | 1,3 | 1,6 | 2,1 | 2,6 | 5,1 | 10 | 13 | 16 | 21 | 26 | 51 | 103 | 130 | 157 | 211 | 265 | 514 | |
| 35 | | | | | | 1,5 | 1,8 | 2,2 | 3,0 | 3,7 | 7,2 | 14 | 18 | 22 | 30 | 37 | 72 | 144 | 182 | 219 | 295 | 371 | 719 | |
| 50 | | | | | 1,0 | 2,2 | 2,6 | 3,1 | 4,2 | 5,3 | 10 | 21 | 26 | 31 | 42 | 53 | 103 | 205 | 259 | 314 | 422 | 530 | | |
| 70 | | | | | 1,4 | 3,0 | 3,6 | 4,4 | 5,9 | 7,4 | 14 | 29 | 36 | 44 | 59 | 74 | 144 | 288 | 363 | 439 | 590 | 742 | | |
| 95 | | 0,8 | 0,9 | 1,0 | 2,0 | 4,1 | 4,9 | 6,0 | 8,0 | 10 | 20 | 39 | 49 | 60 | 80 | 101 | 195 | 390 | 493 | 596 | 801 | | | |
| 120 | 0,9 | 1,0 | 1,2 | 1,3 | 2,5 | 5,2 | 6,2 | 7,5 | 10 | 13 | 25 | 49 | 62 | 75 | 101 | 127 | 246 | 493 | 623 | 752 | | | | |
| 150 | 0,8 | 1,0 | 1,1 | 1,3 | 1,4 | 2,7 | 5,6 | 6,8 | 8,2 | 11 | 14 | 27 | 54 | 68 | 82 | 110 | 138 | 268 | 536 | 677 | 818 | | | |
| 185 | 1,0 | 1,2 | 1,3 | 1,5 | 1,7 | 3,2 | 6,7 | 8,0 | 9,7 | 13 | 16 | 32 | 63 | 80 | 97 | 130 | 163 | 317 | 633 | 800 | 967 | | | |
| 240 | 1,2 | 1,5 | 1,7 | 1,9 | 2,1 | 3,9 | 8,3 | 10 | 12 | 16 | 20 | 39 | 79 | 100 | 120 | 162 | 203 | 394 | 789 | 996 | | | | |
| 300 | 1,4 | 1,7 | 2,0 | 2,2 | 2,5 | 4,7 | 10 | 12 | 14 | 19 | 24 | 47 | 95 | 120 | 145 | 195 | 244 | 474 | 948 | | | | | |
| 400 | 1,6 | 1,9 | 2,2 | 2,4 | 2,7 | 5,1 | 11 | 13 | 16 | 21 | 26 | 51 | 103 | 130 | 157 | 211 | 265 | 514 | | | | | | |
| 500 | 1,7 | 2,1 | 2,4 | 2,7 | 3,0 | 5,7 | 12 | 14 | 17 | 23 | 29 | 57 | 114 | 144 | 174 | 234 | 294 | 571 | | | | | | |
| 625 | 1,8 | 2,1 | 2,5 | 2,8 | 3,1 | 5,8 | 12 | 15 | 18 | 24 | 30 | 58 | 117 | 147 | 178 | 240 | 301 | 584 | | | | | | |
| 2x95 | 1,2 | 1,4 | 1,6 | 1,8 | 2,1 | 3,9 | 8,2 | 9,9 | 12 | 16 | 20 | 39 | 78 | 99 | 119 | 160 | 201 | 390 | 781 | 986 | | | | |
| 2x120 | 1,5 | 1,8 | 2,1 | 2,3 | 2,6 | 4,9 | 10 | 12 | 15 | 20 | 25 | 49 | 99 | 125 | 150 | 202 | 254 | 493 | 986 | | | | | |
| 2x150 | 1,6 | 2,0 | 2,3 | 2,5 | 2,8 | 5,4 | 11 | 14 | 16 | 22 | 28 | 54 | 107 | 135 | 164 | 220 | 276 | 536 | | | | | | |
| 2x185 | 1,9 | 2,3 | 2,7 | 3,0 | 3,3 | 6,3 | 13 | 16 | 19 | 26 | 33 | 63 | 127 | 160 | 193 | 260 | 327 | 633 | | | | | | |
| 2x240 | 2,4 | 2,9 | 3,3 | 3,7 | 4,2 | 7,9 | 17 | 20 | 24 | 32 | 41 | 79 | 158 | 199 | 241 | 324 | 407 | 789 | | | | | | |
| 3x95 | 1,8 | 2,2 | 2,5 | 2,8 | 3,1 | 5,9 | 12 | 15 | 18 | 24 | 30 | 59 | 117 | 148 | 179 | 240 | 302 | 585 | | | | | | |
| 3x120 | 2,3 | 2,7 | 3,1 | 3,5 | 3,9 | 7,4 | 16 | 19 | 23 | 30 | 38 | 74 | 148 | 187 | 226 | 304 | 381 | 739 | | | | | | |
| 3x150 | 2,5 | 3,0 | 3,4 | 3,8 | 4,2 | 8,0 | 17 | 20 | 25 | 33 | 41 | 80 | 161 | 203 | 245 | 330 | 415 | 804 | | | | | | |
| 3x185 | 2,9 | 3,5 | 4,0 | 4,5 | 5,0 | 9,5 | 20 | 24 | 29 | 39 | 49 | 95 | 190 | 240 | 290 | 390 | 490 | 950 | | | | | | |
| 3x240 | 3,6 | 4,4 | 5,0 | 5,6 | 6,2 | 12 | 25 | 30 | 36 | 49 | 61 | 118 | 237 | 299 | 361 | 486 | 610 | | | | | | | |

| | | Corriente de cortocircuito al final del cable en kA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|----------|-----------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| lcc = en el origen del cable, en kA | lcc (kA) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 100 | 94 | 93 | 92 | 91 | 90 | 83 | 70 | 66 | 62 | 55 | 49 | 33 | 20 | 16 | 14 | 11 | 8,8 | 4,7 | 2,4 | 1,9 | 1,6 | 1,2 | 1,0 |
| | 90 | 85 | 84 | 84 | 83 | 82 | 76 | 65 | 62 | 58 | 52 | 47 | 32 | 19 | 16 | 14 | 11 | 8,7 | 4,7 | 2,4 | 1,9 | 1,6 | 1,2 | 1,0 | 0,5 |
| | 80 | 76 | 76 | 75 | 74 | 74 | 69 | 60 | 57 | 54 | 48 | 44 | 31 | 19 | 16 | 14 | 11 | 8,6 | 4,7 | 2,4 | 1,9 | 1,6 | 1,2 | 1,0 | 0,5 |
| | 70 | 67 | 67 | 66 | 66 | 65 | 61 | 54 | 52 | 49 | 44 | 41 | 29 | 18 | 15 | 13 | 10 | 8,5 | 4,6 | 2,4 | 1,9 | 1,6 | 1,2 | 1,0 | 0,5 |
| | 60 | 58 | 57 | 57 | 57 | 56 | 54 | 48 | 46 | 44 | 40 | 37 | 27 | 18 | 15 | 13 | 10 | 8,3 | 4,6 | 2,4 | 1,9 | 1,6 | 1,2 | 0,9 | 0,5 |
| | 50 | 49 | 48 | 48 | 48 | 47 | 45 | 41 | 40 | 38 | 35 | 33 | 25 | 17 | 14 | 12 | 9,8 | 8,1 | 4,5 | 2,4 | 1,9 | 1,6 | 1,2 | 0,9 | 0,5 |
| | 40 | 39 | 39 | 39 | 39 | 38 | 37 | 34 | 33 | 32 | 30 | 28 | 22 | 15 | 13 | 12 | 9,3 | 7,8 | 4,4 | 2,3 | 1,9 | 1,6 | 1,2 | 0,9 | 0,5 |
| | 35 | 34 | 34 | 34 | 34 | 34 | 33 | 30 | 30 | 29 | 27 | 26 | 21 | 15 | 13 | 11 | 9,0 | 7,6 | 4,4 | 2,3 | 1,9 | 1,6 | 1,2 | 0,9 | 0,5 |
| | 30 | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 | 28 | 27 | 26 | 25 | 24 | 23 | 19 | 14 | 12 | 11 | 8,6 | 7,3 | 4,3 | 2,3 | 1,8 | 1,5 | 1,2 | 0,9 | 0,5 |
| | 25 | 25 | 25 | 24 | 24 | 24 | 24 | 23 | 22 | 22 | 21 | 20 | 17 | 12 | 11 | 9,9 | 8,2 | 7,0 | 4,2 | 2,3 | 1,8 | 1,5 | 1,2 | 0,9 | 0,5 |
| | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 19 | 18 | 18 | 18 | 17 | 17 | 14 | 11 | 10 | 9,0 | 7,5 | 6,5 | 4,0 | 2,2 | 1,8 | 1,5 | 1,1 | 0,9 | 0,5 |
| | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 14 | 14 | 14 | 13 | 13 | 12 | 9,4 | 9 | 7,8 | 6,7 | 5,9 | 3,7 | 2,1 | 1,7 | 1,5 | 1,1 | 0,9 | 0,5 |
| | 10 | 9,9 | 9,9 | 9,9 | 9,9 | 9,9 | 9,8 | 9,6 | 9,5 | 9,4 | 9,2 | 9,1 | 8,3 | 7,1 | 7 | 6,2 | 5,5 | 4,9 | 3,3 | 2,0 | 1,6 | 1,4 | 1,1 | 0,9 | 0,5 |
| | 7 | 7,0 | 7,0 | 7,0 | 7,0 | 6,9 | 6,9 | 6,8 | 6,8 | 6,7 | 6,6 | 6,5 | 6,1 | 5,5 | 5 | 4,9 | 4,4 | 4,1 | 2,9 | 1,8 | 1,5 | 1,3 | 1,0 | 0,8 | 0,5 |
| | 5 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 4,9 | 4,9 | 4,9 | 4,8 | 4,8 | 4,5 | 4,2 | 4 | 3,8 | 3,5 | 3,3 | 2,5 | 1,7 | 1,4 | 1,2 | 1,0 | 0,8 | 0,5 |
| | 4 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 3,9 | 3,9 | 3,9 | 3,9 | 3,8 | 3,7 | 3,4 | 3 | 3,2 | 3,0 | 2,8 | 2,2 | 1,5 | 1,3 | 1,2 | 0,9 | 0,8 | 0,4 |
| | 3 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 2,9 | 2,9 | 2,9 | 2,8 | 2,7 | 3 | 2,5 | 2,4 | 2,3 | 1,9 | 1,4 | 1,2 | 1,1 | 0,9 | 0,7 | 0,4 |
| | 2 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 1,9 | 1,9 | 2 | 1,8 | 1,7 | 1,7 | 1,4 | 1,1 | 1,0 | 0,9 | 0,8 | 0,7 | 0,4 |
| | 1 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,8 | 0,7 | 0,7 | 0,6 | 0,5 | 0,5 | 0,3 |

Valores por debajo de 0,8m y por encima de 1Km, no se han considerado.
 Si la tensión es diferente de 400V, los valores calculados deben de multiplicarse por 0,58 en caso de 230V, o por 1,65 en caso de 660V.
 Todos los valores son indicativos.