



Índice Buscar 🔍 🔍 🔍

Contenido

CAPITULO 1.- CONCEPTOS BASICOS DE ELECTRICIDAD.	
INTRODUCCIÓN -----	15
CONCEPTOS BÁSICOS DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS -----	19
CONDICIONES DE OPERACIÓN DE LOS CIRCUITOS -----	21
EL CONCEPTO DE POTENCIA -----	27
CONCEPTOS BÁSICOS DE MEDICIONES ELÉCTRICAS -----	30
LOS CIRCUITOS DE CORRIENTE ALTERNA -----	34
RELACIÓN VECTORIAL ENTRE VOLTAJES Y CORRIENTES -----	38
EL CONCEPTO DE IMPEDANCIA -----	46
EL CONCEPTO DE FACTOR DE POTENCIA -----	50
CIRCUITOS TRIFÁSICOS -----	51
CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA -----	60
CAPITULO 2.- CONDUCTORES ELECTRICOS Y CANALIZACIONES.	
INTRODUCCIÓN -----	83
CONDUCTORES ELÉCTRICOS -----	84
CALIBRE DE CONDUCTORES -----	93
NÚMERO DE CONDUCTORES EN UN TUBO CONDUIT -----	101
CÁLCULO DE LOS CONDUCTORES POR CAÍDA DE VOLTAJE -----	107
CANALIZACIONES ELÉCTRICAS -----	122
CAJAS Y ACCESORIOS PARA CANALIZACIÓN CON TUBO CONDUIT -----	131

Libro: El ABC de las instalaciones eléctricas industriales de Gilberto Enrí

8 CONTENIDO

APÉNDICE DE TABLAS DEL CAPÍTULO 2 ----- 153

CAPÍTULO 3.- CÁLCULO DE CIRCUITOS DERIVADOS Y ALIMENTADORES
PARA ALUMBRADO Y MOTORES ELÉCTRICOS.

CIRCUITOS DERIVADOS ----- 186

CIRCUITOS DERIVADOS PARA ALUMBRADO ----- 195

CAÍDA DE VOLTAJE PARA ALIMENTADORES DE ALUMBRADO ---- 199

CIRCUITOS DERIVADOS PARA MOTORES ----- 201

CIRCUITOS DERIVADOS PARA MOTORES ----- 201

EL CIRCUITO DERIVADO DE UN MOTOR EN GENERAL ----- 208

MEDIOS DE DESCONEXIÓN DEL CIRCUITO DERIVADO DEL
MOTOR ----- 218

CÁLCULO DE LOS ALIMENTADORES PARA MOTORES ----- 227

CÁLCULO DE LAS COMPONENTES DEL ALIMENTADOR ----- 228

CENTRO DE CONTROL DE MOTORES ----- 231

DATOS PARA EL DISEÑO DE UN CENTRO DE CONTROL DE
MOTORES ----- 240

APÉNDICE DE TABLAS DEL CAPÍTULO 3 ----- 257

CAPÍTULO 4.- ELEMENTOS DE CONTROL DE MOTORES ELÉCTRICOS DE
CORRIENTE ALTERNIA

CAPITULO 4.- ELEMENTOS DE CONTROL DE MOTORES ELECTRICOS DE CORRIENTE ALTERNA.

INTRODUCCIÓN	273
DISPOSITIVOS DE CONTROL	275
DIAGRAMAS DE CONTROL	286
MÉTODOS DE ARRANQUE DE MOTORES DE CORRIENTE ALTERNA	294

CONTENIDO 9

CONTROL DE TRES ALAMBRES	304
ARRANCADORES MAGNÉTICOS DE LÍNEA	306
CONTROL SEPARADO	313
CONTROL PARA INVERSIÓN DEL SENTIDO DE ROTACIÓN DEL MOTOR	315
CONTROL DE EMPUJE LIGERO	317
ARRANQUE CON RESISTENCIA PRIMARIA	319
ARRANQUE CON AUTOTRANSFORMADOR	322

CAPITULO 5.- PROTECCION CONTRA SOBRECORRIENTES Y CORTO CIRCUITO.

INTRODUCCIÓN	331
LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN	333
COMPARACIÓN ENTRE FUSIBLES E INTERRUPTORES TERMOMAGNÉTICOS	357
LA PROTECCIÓN DE LAS INSTALACIONES CONTRA EL CORTO CIRCUITO	364
MÉTODOS DE CÁLCULO DE LA CORRIENTE DE CORTO CIRCUITO	370
CÁLCULO DE LA CORRIENTE DE CORTO CIRCUITO EN CUALQUIER PUNTO DE LA INSTALACIÓN (EN BAJA TENSIÓN)	375
CÁLCULO DE LA CORRIENTE DE CORTO CIRCUITO EN CUALQUIER PUNTO DE LA INSTALACIÓN (EN BAJA TENSIÓN)	375
CÁLCULO DE LA CORRIENTE DE CORTO CIRCUITO EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS MAYORES	381
EJEMPLO DE CÁLCULO DE CORTO CIRCUITO	393
DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN PARA LAS CORRIENTES DE CORTO CIRCUITO	409

10 CONTENIDO

CAPITULO 6.- FUNDAMENTOS DE TABLEROS ELECTRICOS.

INTRODUCCION	421
TABLEROS DE MANIOBRAS, CONTROL Y DISTRIBUCION	422
CENTROS DE CONTROL DE MOTORES	423
TABLEROS DE CONTROL DE POTENCIA	427
TABLEROS METAL CLAD	429
PROCEDIMIENTO PRELIMINAR PARA EL DISEÑO Y LOCALIZACIÓN DE TABLEROS DE PARED	435
FACTORES EN LA LOCALIZACION DE TABLEROS DE PARED Y	440

PROCEDIMIENTO PRELIMINAR PARA EL DISEÑO Y LOCALIZACIÓN DE TABLEROS DE PARED -----	435
FACTORES EN LA LOCALIZACIÓN DE TABLEROS DE PARED Y DE PISO -----	440
LOCALIZACIÓN DE LOS TABLEROS PRINCIPALES DE GRAN TAMAÑO -----	445
FACTORES ELÉCTRICOS EN EL DISEÑO DE LOS TABLEROS DE PARED Y DE PISO -----	457
CIRCUITOS PARA TRANSFORMADORES -----	466
DISPOSICIONES REGLAMENTARIAS -----	469
CAPITULO 7.- ELEMENTOS PARA EL PROYECTO DE INSTALACIONES ELECTRICAS INDUSTRIALES.	

CAPITULO 7.- ELEMENTOS PARA EL PROYECTO DE INSTALACIONES ELECTRICAS INDUSTRIALES.	
INTRODUCCION -----	477
ELEMENTOS PARA EL DIMENSIONAMIENTO ECONÓMICO DEL SISTEMA -----	479
SELECCIÓN DE LA TENSIÓN DE ALIMENTACIÓN A LA INSTALACIÓN -----	487
LA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA -----	492
ESTIMACIÓN DEL ÁREA SERVIDA -----	501

CONTENIDO 11	
ESQUEMAS DE ALIMENTACIÓN -----	508
PLANTA DE EMERGENCIA -----	516
EL INTERRUPTOR DE TRANSFERENCIA -----	531
LA CONEXIÓN A TIERRA DE LAS INSTALACIONES -----	533
CONEXIÓN A TIERRA DEL EQUIPO -----	543
LA CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA -----	559

CONCEPTOS BASICOS DE ELECTRICIDAD

CAPITULO I

CONCEPTOS BASICOS DE ELECTRICIDAD

1.1.- INTRODUCCIÓN.

EL DESARROLLO DE LA ELECTRICIDAD SE INICIÓ APROXIMADAMENTE HACE UN SIGLO HABIENDO CAMBIADO DESDE ENTONCES NUESTRAS FORMAS DE VIDA. A PARTIR DEL DESARROLLO EXPERIMENTAL DE THOMAS ALVA EDISON PARA OBTENER FINALMENTE LA LÁMPARA INCANDESCENTE, SE OBSERVÓ UN DESARROLLO NOTABLE EN LOS REQUERIMIENTOS DEL USO DE LA ELECTRICIDAD, NO SÓLO PARA ALUMBRADO, TAMBIÉN PARA OTROS USOS DISTINTOS, CON LO QUE QUEDÓ ESTABLECIDA LA NECESIDAD DE PRODUCIR VOLÚMENES CONSIDERABLES DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y MEDIOS PRÁCTICOS PARA SU DISTRIBUCIÓN.

PARALELAMENTE A LOS USOS INCIPIENTES DE LA ELECTRICIDAD APARECIERON LAS CENTRALES GENERADORAS, LOS SISTEMAS DE TRANSMISIÓN Y DISTRIBUCIÓN Y LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS. ES DECIR, QUE PARA PODER DAR USO A LA ELECTRICIDAD SE REQUIERE DE TODO UN CONJUNTO DE INSTALACIONES CON DISTINTAS FUNCIONES, PERO CON UN SOLO PROPÓSITO, LLEVAR LA ENERGÍA ELÉCTRICA A SATISFACER NECESIDADES.

LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS PUEDEN TENER UN DISTINTO GRADO DE COMPLEJIDAD DEPENDIENDO DEL LUGAR QUE OCUPEN DENTRO DEL CONJUNTO DE INSTALACIONES Y DE LA FUNCIÓN A DESEMPEÑAR, ES ASÍ COMO SE PUEDEN TENER INSTALACIONES TAN SIMPLES COMO LAS QUE SE OBSERVAN A DIARIO EN LAS CASAS HABITACIÓN Y QUE A SIMPLE VISTA SE OBSERVAN SUS COMPONENTES COMO SON LAS SALIDAS PARA LÁMPARAS, -

16 CONCEPTOS BÁSICOS DE ELECTRICIDAD

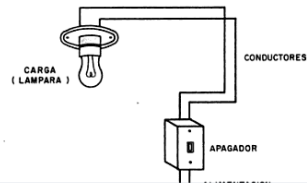
LOS APAGADORES, LOS CONTACTOS, ETC.

EN GENERAL, SE PUEDE DECIR QUE EL REQUERIMIENTO FUNDAMENTAL PARA LA UTILIZACIÓN DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA, ES EL LLAMADO "CIRCUITO ELÉCTRICO".

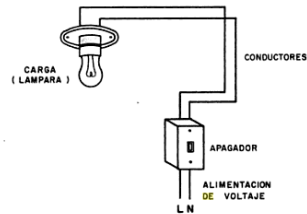
UN CIRCUITO ELÉCTRICO EN SU FORMA MÁS ELEMENTAL CONSISTE DE UNA FUENTE DE VOLTAJE COMO POR EJEMPLO UNA BATERÍA, UN GENERADOR O CUALESQUERA TERMINALES ENTRE LAS CUALES APAREZCA UN VOLTAJE O DIFERENCIA DE POTENCIAL UNO O MÁS DISPOSITIVOS DE CARGA, LOS CUALES USAN LA CORRIENTE SUMINISTRADA POR LA FUENTE, Y UNA TRAYECTORIA CONDUCTORA CERRADA FORMADA, NORMALMENTE, POR CONDUCTORES ELÉCTRICOS.

EN LA VIDA COTIDIANA ES POSIBLE OBSERVAR ALGUNOS CASOS TÍPICOS DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS COMO SON:

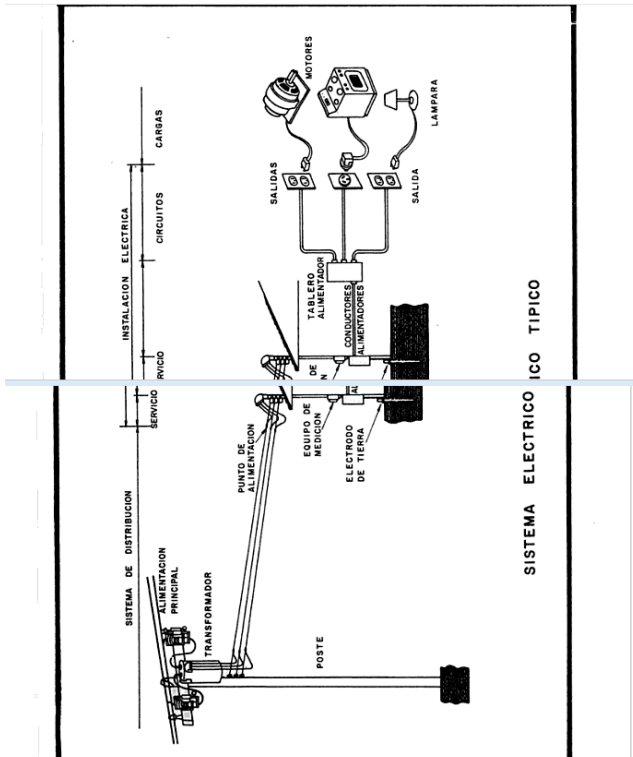
A).- LOS CIRCUITOS DE ALUMBRADO, QUE OBTIENEN EL VOLTAJE DE UN TABLERO O PUNTO DE ALIMENTACIÓN, LOS CONDUCTORES VAN DENTRO DE TUBOS CONDUIT, HACIA LAS SALIDAS EN DONDE SE CONECTAN LAS CARGAS, LA CORRIENTE QUE ALIMENTA A LAS CARGAS CIRCULA CUANDO SE CIERRA EL CIRCUITO POR MEDIO DE LOS LLAMADOS APAGADORES DE PARED.



CIRCUITO POR MEDIO DE LOS LLAMADOS APAGADORES DE PARED.



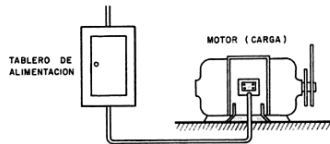
CIRCUITO ELEMENTAL DE ALUMBRADO



18 CONCEPTOS BASICOS DE ELECTRICIDAD

B).- LOS CIRCUITOS DE FUERZA O ALIMENTACIÓN A MOTORES.

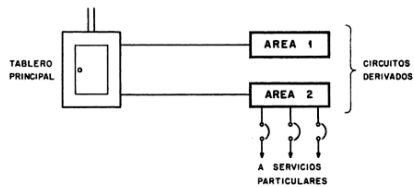
EN ESTOS CIRCUITOS EL VOLTAJE SE OBTIENE DE UN TABLERO O "PANEL" DE ALIMENTACIÓN Y SE LLEVA POR MEDIO DE CONDUCTORES ALIMENTADORES HASTA EL MOTOR, QUE REPRESENTA LA CARGA.



CIRCUITO ELEMENTAL DE ALIMENTACION A UN MOTOR.

C).- LOS CIRCUITOS ALIMENTADORES EN CUALQUIER CIRCUITO Y QUE ALI-

MENTAN A SU VEZ A OTROS CIRCUITOS LLAMADOS DERIVADOS. EJEMPLOS TÍPICOS DE ESTOS CIRCUITOS SON LAS INSTALACIONES DE EDIFICIOS EN DONDE DE UN TABLERO SALEN LAS ALIMENTACIONES PARA DISTINTAS ÁREAS.



DEPENDIENDO DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA FUENTE DE VOLTAJE LOS CIRCUITOS PUEDEN SER DE CORRIENTE CONTINUA (C.C.) O DE CORRIENTE ALTERNA (C.A.) Y PUEDEN OPERAR CON DISTINTOS RANGOS DE VOLTAJE, POR EJEMPLO EN CORRIENTE CONTINUA SE TIENEN SEÑALES DE FUERZA O PARA CONTROL A 50V, 125V, 250V, 500V Y EN CORRIENTE ALTERNA, 127 VOLTS, 1 FASE, 220 VOLTS, 440 VOLTS, 3 FASES Y EN TENSIONES SUPERIORES A 1000 VOLTS, CONSIDERADAS COMO "ALTA TENSION" EN LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS, SE TIENEN OTROS RANGOS DE VOLTAJE CON TENSIONES COMO 2200 VOLTS, 4160 VOLTS, 13800 VOLTS Y OTROS.

1.2.- CONCEPTOS BASICOS DE CIRCUITOS ELECTRICOS

1.2.1.- CORRIENTE.

LA CORRIENTE QUE CIRCULA A TRAVÉS DE UN CIRCUITO ES IGUAL AL VOLTAJE APLICADO AL MISMO DIVIDIDO ENTRE SU RESISTENCIA TOTAL.

$$I = \frac{V}{R}$$

DONDE:
 I = CORRIENTE EN AMPERES
 V = VOLTAJE APLICADO EN VOLTS.
 R = RESISTENCIA DEL CIRCUITO EN OHMS.

1.2.2.- VOLTAJE.

EL VOLTAJE APLICADO A UN CIRCUITO ES IGUAL A LA CORRIENTE QUE CIRCULA A TRAVÉS DEL MISMO, MULTIPLICADA POR LA RESISTENCIA DEL CIRCUITO.

1.2.2.- VOLTAJE.

EL VOLTAJE APLICADO A UN CIRCUITO ES IGUAL A LA CORRIENTE QUE CIRCULA A TRAVÉS DEL MISMO, MULTIPLICADA POR LA RESISTENCIA DEL CIRCUITO.

$$V = RI$$

Material protegido por derechos de autor

CONCEPTOS BASICOS DE ELECTRICIDAD

1.2.3.- RESISTENCIA.

LA RESISTENCIA DE UN CIRCUITO ES IGUAL AL VOLTAJE APLICADO AL CIRCUITO DIVIDIDO ENTRE LA CORRIENTE QUE CIRCULA POR EL MISMO:

$$R = \frac{V}{I}$$

LAS TRES ECUACIONES ANTERIORES QUE RELACIONAN AL VOLTAJE APLICADO, CON LA RESISTENCIA DEL CIRCUITO Y LA CORRIENTE QUE CIRCULA POR EL MISMO FUERON ESTABLECIDAS POR GEORGE OHM EN 1827 Y SE CONOCEN COMO "LA LEY DE OHM".

EN EL CASO DE LOS CIRCUITOS ELÉCTRICOS, LA RESISTENCIA ELÉCTRICA ESTÁ CONSTITUIDA POR LA PROPIA RESISTENCIA DEL CON-

CIA ELÉCTRICA ESTÁ CONSTITUIDA POR LA PROPIA RESISTENCIA DEL CONDUCTOR Y LA RESISTENCIA DE LA CARGA O ELEMENTO AL CUAL SE ALIMENTA.

COMO UN RESULTADO DE LA CORRIENTE QUE CIRCULA POR LA RESISTENCIA DE LOS CONDUCTORES, SE PRODUCE UNA CIERTA "CAÍDA DE VOLTAJE" QUE SE CALCULA DE ACUERDO CON LA EXPRESIÓN:

$$E = RI$$

DONDE:
E = CAÍDA DE VOLTAJE EN VOLTS
R = RESISTENCIA DEL CIRCUITO.
I = CORRIENTE QUE CIRCULA POR EL CIRCUITO.

LA CAÍDA DE VOLTAJE EN EL CIRCUITO SE LE RESTA AL VOLTAJE APLICADO AL CIRCUITO PARA OBTENER EL VOLTAJE APLICADO A LA CARGA (LÁMPARA, MOTOR, ETC.). ESTA CONSIDERACIÓN DE LA CAÍDA DE VOLTAJE ES IMPORTANTE PARA EL CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES -- ELÉCTRICAS COMO SE ESTUDIARÁ MÁS ADELANTE.

CONDICIONES DE OPERACION DE LOS CIRCUITOS 21

DEBIDO A QUE LOS CIRCUITOS POR LO GENERAL ALIMENTAN A UN NÚMERO DETERMINADO DE LÁMPARAS, MOTORES Y OTRAS CARGAS, ES IMPORTANTE ESTAR EN POSIBILIDAD DE CALCULAR LOS VALORES DE CORRIENTES, VOLTAJES Y RESISTENCIAS PARA CUALQUIER CONDICIÓN DE OPERACIÓN ESPERADA.

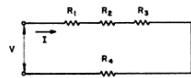
1.3.- CONDICIONES DE OPERACION DE LOS CIRCUITOS.

EL CÁLCULO DE LAS CONDICIONES DE OPERACIÓN PARA -- ALIMENTAR UN DETERMINADO NÚMERO DE DISPOSITIVOS DE CARGA POR MEDIO DE UN CIRCUITO, SE BASA POR LO GENERAL EN DOS REGLAS PARA LAS CONEXIONES DE LA CARGA.

1.3.1.- CONEXION SERIE

SE DICE QUE UN CIRCUITO ESTÁ CONECTADO EN SERIE, CUANDO POR TODOS LOS DISPOSITIVOS DE CARGA CIRCULA LA MISMA CORRIENTE, EN ESTOS CIRCUITOS LA RESISTENCIA TOTAL ES LA SUMA DE LA RESISTENCIA DE CARGA Y LA DE LOS PROPIOS CONDUCTORES.

POR LO QUE SE REFIERE A LA CONEXIÓN DE LAS CARGAS, LOS CIRCUITOS EN SERIE SE PUEDE DECIR QUE TIENEN Poca UTILIZACIÓN EN LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE ALUMBRADO Y DE FUERZA, SIN EMBARGO, LA TEORÍA DE LA CONEXIÓN EN SERIE RESULTA ESENCIAL PARA -- COMPRENDER LO QUE SUCEDE EN CADA RAMA DE UN CIRCUITO ELÉCTRICO.



CIRCUITO EN CONEXION SERIE

22 CONCEPTOS BASICOS DE ELECTRICIDAD

LA CORRIENTE QUE CIRCULA A TRAVÉS DEL CIRCUITO SE CALCULA COMO:

$$I = \frac{V}{R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_N}$$

DONDE: I = CORRIENTE QUE CIRCULA POR TODAS LAS RESISTENCIAS.

V = VOLTAJE APLICADO AL CIRCUITO.

R_1, R_2, \dots, R_N = RESISTENCIA DE LOS ELEMENTOS CONECTADOS EN SERIE.

LA CAÍDA DE VOLTAJE EN CADA RESISTENCIA SE OBTIENE POR APLICACIÓN DE LA LEY DE OHM.

DE LA LEY DE OHM.

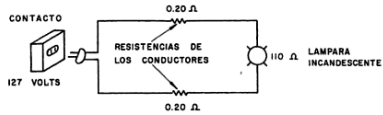
$$V_1 = R_1 I, V_2 = R_2 I, \dots, V_N = R_N I$$

EJEMPLO 1.1.- SE TIENE LA SECCIÓN DE UNA INSTALACIÓN ELÉCTRICA A PARTIR DE LOS CONTACTOS, Y QUE CONSTITUYE UN CIRCUITO ELÉCTRICO SERIE COMO SE MUESTRA EN LA FIGURA Y DEL QUE SE DESEA CALCULAR:

- A).- LA RESISTENCIA TOTAL
- B).- LA CORRIENTE
- C).- LA CAÍDA DE VOLTAJE EN CADA ELEMENTO.



- A).- LA RESISTENCIA TOTAL
- B).- LA CORRIENTE
- C).- LA CAÍDA DE VOLTAJE EN CADA ELEMENTO.



CONDICIONES DE OPERACION DE LOS CIRCUITOS 23

SOLUCIÓN

A).- LA RESISTENCIA TOTAL SE CALCULA COMO LA SUMA DE LAS RESISTENCIAS DE CADA ELEMENTO.

$$R_T = R_{\text{CONDUCTOR A LA LÁMPARA}} + R_{\text{LÁMPARA}} + R_{\text{CONDUCTOR LÁMPARA A CONTACTO}}$$

$$R_T = 0.20 + 110 + 0.20 = 110.4 \text{ OHMS}$$

B).- PARA CALCULAR LA CORRIENTE QUE CIRCULA POR EL CIRCUITO.

$$I = \frac{V}{R_T} = \frac{127}{110.4} = 1.15 \text{ AMPERES}$$

C).- LAS CAÍDAS DE VOLTAJE SON:

DEL CONDUCTOR A LA LÁMPARA.

$$V_2 = R_L I = 110 \times 1.15 = 126.5 \text{ VOLTS}$$

EN EL CONDUCTOR DE LA LÁMPARA AL CONTACTO.

$$V_3 = R_{C2} I = 0.20 \times 1.15 = 0.23 \text{ VOLTS}$$

1.3.2.- CONEXION PARALELO

LA LLAMADA CONEXIÓN EN PARALELO RESULTA SER LA MÁS EMPLEADA TANTO EN ALUMBRADO COMO EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE FUERZA, EN LOS CIRCUITOS EN PARALELO TODOS LOS ELEMENTOS O CARGAS

24 CONCEPTOS BASICOS DE ELECTRICIDAD

SE CONECTAN ENTRE LOS CONDUCTORES QUE SE ALIMENTAN DE LA FUENTE DE VOLTAJE Y POR LO TANTO EL VOLTAJE ES IGUAL EN CADA UNO DE LOS ELEMENTOS CONECTADOS EN PARALELO.

CON EL MISMO VOLTAJE APLICADO A TRAVÉS DE TODAS LAS CARGAS LA CORRIENTE TOTAL QUE DEMANDA EL CIRCUITO ES IGUAL A LA SUMA DE LAS CORRIENTES INDIVIDUALES QUE DEMANDA CADA ELEMENTO Y QUE SE CALCULA DE ACUERDO CON LA EXPRESIÓN.

$$I = \frac{V}{R}$$

SI SE DESEA CALCULAR EL VALOR EQUIVALENTE DE LA RESISTENCIA PARA LAS RESISTENCIAS CONECTADAS EN PARALELO, SE EMPLEA LA CONOCIDA FÓRMULA:

SI SE DESEA CALCULAR EL VALOR EQUIVALENTE DE LA RESISTENCIA PARA LAS RESISTENCIAS CONECTADAS EN PARALELO, SE EMPLEA LA CONOCIDA FÓRMULA:

$$\frac{1}{R_{EQ}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_N}$$

DONDE: R_{EQ} = RESISTENCIA EQUIVALENTE DEL CONJUNTO

R_1, R_2, \dots, R_N = RESISTENCIAS INDIVIDUALES O DE CADA ELEMENTO.

EJEMPLO 1.2 - SE CONECTAN EN PARALELO TRES RESISTENCIAS DE 0.5 OHMS, 0.25 OHMS Y 0.10. CALCULAR EL VALOR DE LA RESISTENCIA EQUIVALENTE.

SOLUCIÓN

SOLUCIÓN

EL VALOR DE LA RESISTENCIA EQUIVALENTE SE CALCULA COMO:

Material protegido por derechos de autor

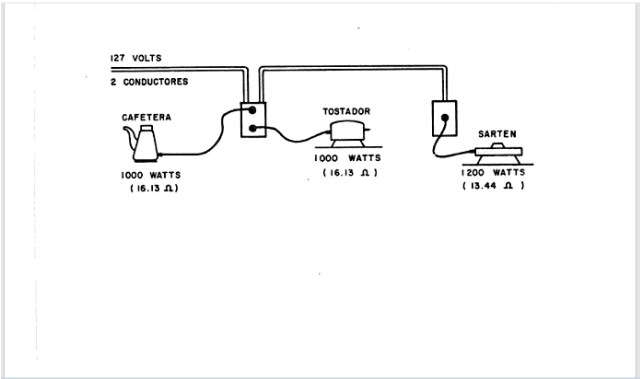
$$\frac{1}{R_{EQ}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

$$\frac{1}{R_{EQ}} = \frac{1}{0.5} + \frac{1}{0.25} + \frac{1}{0.10}$$

$$\frac{1}{R_{EQ}} = 2 + 4 + 10 = 16$$

$$R_{EQ} = \frac{1}{16} \text{ (OHMS)}$$

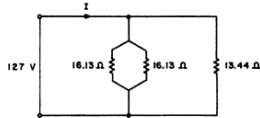
EJEMPLO 1.3 - EN UNA SECCIÓN DE UNA INSTALACIÓN ELÉCTRICA SE TIENEN CONECTADAS LAS CARGAS SIGUIENTES: A UN CONTACTO DOBLE UNA CAFETERA DE 1000 WATTS Y UN TOSTADOR DE PAN DE 1000 WATTS A OTRO CONTACTO UN SARTÉN ELÉCTRICO DE 1200 WATTS. ESTAS CARGAS SE ALIMENTAN A 127 VOLTS. SE DESEA CALCULAR LA CORRIENTE TOTAL Y LA CORRIENTE EN CADA ELEMENTO.



26 CONCEPTOS BASICOS DE ELECTRICIDAD

SOLUCIÓN

EL CIRCUITO EQUIVALENTE ES EL SIGUIENTE:



LA CORRIENTE EN LA CAFETERA SE CALCULA COMO:

$$I_C = \frac{V}{R} = \frac{127}{16.13} = 7.87 \text{ AMPERES}$$

LA CORRIENTE EN EL TOSTADOR DE PAN.

$$I_T = \frac{V}{R} = \frac{127}{16.13} = 7.87 \text{ AMPERES}$$

LA CORRIENTE EN EL SARTÉN

$$I_S = \frac{V}{R} = \frac{127}{13.44} = 9.45 \text{ AMPERES}$$

LA CORRIENTE TOTAL ES:

$$I_{TOT} = I_C + I_T + I_S = 7.87 + 7.87 + 9.45 = 25.19 \text{ AMP.}$$

SI SE CALCULA LA RESISTENCIA EQUIVALENTE

$$\frac{1}{R_{EQ}} = \frac{1}{16.13} + \frac{1}{16.13} + \frac{1}{13.44} = 0.1984$$

CONDICIONES DE OPERACION DE LOS CIRCUITOS 27

$$R_{EQ} = \frac{1}{0.1984} = 5.04 \text{ OHMS}$$

LA CORRIENTE ES: $I = \frac{V}{R_{EQ}} = \frac{127}{5.04} = 25.19 \text{ AMP.}$

1.3.3.- EL CONCEPTO DE POTENCIA.

LAS CARACTERÍSTICAS Y APLICACIONES DE LOS CIRCUITOS ELÉCTRICOS SE HAN DESCRITO HASTA AHORA EN TÉRMINOS DEL VOLTAJE, LA RESISTENCIA Y LA CORRIENTE, ELEMENTOS QUE SON IMPORTANTES Y ESENCIALES PARA EL ESTUDIO DE LOS SISTEMAS ELÉCTRICOS, SIN EMBARGO, SE PUEDE DECIR QUE SON INCIDENTALS PARA EL PROPÓSITO PRIMARIO DE -- CUALQUIER CIRCUITO ELÉCTRICO, QUE ES EL DE SUMINISTRAR UNA POTENCIA PARA DESARROLLAR UN TRABAJO.

LOS SISTEMAS ELÉCTRICOS, YA SEA UNA SIMPLE BATERÍA QUE OPERA UNA CAMPANA, O UNA COMPLEJA INSTALACIÓN INDUSTRIAL QUE ALIMENTA A UN GRAN NÚMERO DE LÁMPARAS Y MOTORES ELÉCTRICOS Y QUE TIENE EL PROPÓSITO DE PRODUCIR ALUMBRADO Y HACER GIRAR LOS MOTORES PARA ACCIONAR BOMBAS, VENTILADORES, TRANSPORTADORES, ETC., O BIEN PRODUCIR CALOR, TIENEN COMO PROPÓSITO FINAL DESARROLLAR UNA POTENCIA O PRODUCIR UN TRABAJO.

EN EL ANÁLISIS DE CUALQUIER CIRCUITO PARA INSTALACIONES ELÉCTRICAS SE INVOLUCRAN ASPECTOS DE VOLTAJE, RESISTENCIA Y CORRIENTE, PERO LAS ÚLTIMAS CONSIDERACIONES SON SIEMPRE DE POTENCIA Y TRABAJO, POR LO QUE PARA LA APLICACIÓN DE LOS CIRCUITOS ELÉCTRICOS ES NECESARIA UNA CLARA COMPRENSIÓN DE LOS TÉRMINOS "POTENCIA", "TRABAJO" Y LAS RELACIONES DE ESTOS CON EL VOLTAJE, LA CORRIENTE Y LA RESISTENCIA.

28 CONCEPTOS BASICOS DE ELECTRICIDAD

LA POTENCIA ES UNA MEDIDA DEL ÍNDICE PARA DESARROLLAR UN TRABAJO. LA POTENCIA MECÁNICA SE MIDE EN "CABALLOS DE FUERZA".

LA ENERGÍA ES LA CAPACIDAD PARA HACER UN TRABAJO Y SE MIDE EN LAS MISMAS UNIDADES QUE EL TRABAJO, KILOGRAMOS-METRO. LA ENERGÍA PUEDE ESTAR ALMACENADA EN UN CUERPO Y SE ENTREGA CUANDO EL OBJETO DESARROLLA UN TRABAJO. LA POTENCIA ELÉCTRICA SE DESIGNA COMÚNMENTE CON LAS UNIDADES WATT O KILOWATT, EL WATT ES LA MEDIDA DE LA CAPACIDAD PARA DESARROLLAR UN TRABAJO ELÉCTRICO, EL KILOWATT ES IGUAL A 1000 WATTS Y CUANDO SE HABLA DE LA "POTENCIA ELÉCTRICA", SE HACE REFERENCIA POR LO GENERAL A WATTS O KILOWATTS DE LA CARGA DE UN CIRCUITO. LA POTENCIA ELÉCTRICA SE PUEDE EXPRESAR COMO:

$$P = VI \text{ (WATTS)}$$

TAMBIÉN COMO:

$$V = RI$$

$$P = RI^2 \text{ (WATTS)}$$

ESTA EXPRESIÓN ES COMÚNMENTE USADA PARA EXPRESAR LAS PÉRDIDAS POR EFECTO JOULE QUE SE MANIFIESTAN EN FORMA DE CALOR.

ÓTRA FORMA DE EXPRESAR LA POTENCIA ES A PARTIR DEL VOLTAJE APLICADO AL CIRCUITO, YA QUE SE SABE QUE:

$$I = \frac{V}{R}$$

POR LO QUE:

$$P = \frac{V^2}{R} \text{ (WATTS)}$$

CONDICIONES DE OPERACION DE LOS CIRCUITOS 29

A PARTIR DE LAS EXPRESIONES ANTERIORES SE PUEDEN HACER CIERTOS CÁLCULOS NECESARIOS, COMO LOS QUE SE MUESTRAN EN EL EJEMPLO ANTERIOR.

EJEMPLO 1.4.- SE TIENE UNA LÁMPARA DE 100 WATTS QUE SE ALIMENTA A 127 VOLTS Y OPERA DURANTE 20 HORAS. CALCULAR EL VALOR DE SU RESISTENCIA, LA CORRIENTE QUE DEMANDA Y LA ENERGÍA QUE CONSUME.

SOLUCIÓN

DE LA FÓRMULA:

$$P = \frac{V^2}{R} ; R = \frac{V^2}{P}$$

$$R = \frac{(127)^2}{100} = 161.3 \text{ OHMS}$$

LA CORRIENTE SE OBTIENE DE LA EXPRESIÓN:

$$P = VI ; I = \frac{P}{V} = \frac{100}{127} = 0.7875 \text{ AMP.}$$

LA ENERGÍA QUE CONSUME ES:

$$W = P \times T = 100 \times 20 = 2000 \text{ WATTS-HORA}$$

O BIEN: $W = 2 \text{ Kw-HORA}$

30 CONCEPTOS BASICOS DE ELECTRICIDAD

DE LAS RELACIONES IMPORTANTES PARA LA POTENCIA -- ELÉCTRICA SE PUEDE HACER EL SIGUIENTE RESUMEN:

$\begin{aligned} \text{WATTS} &= \text{VOLTS} \times \text{AMPERES} \\ \text{WATTS} &= \text{OHMS} \times (\text{AMPERES})^2 \\ \text{WATTS} &= \frac{(\text{VOLTS})^2}{\text{OHMS}} \end{aligned}$

TAMBIÉN: 1 CABALLO DE POTENCIA (HP) ES IGUAL A 746 WATTS.

$$1 \text{ HP} = 746 \text{ WATTS}$$

TAMBIÉN:

$\begin{aligned} 1 \text{ HP} &= 0.746 \text{ Kw.} \\ 1 \text{ Kw} &= 1.34 \text{ HP} \end{aligned}$
--

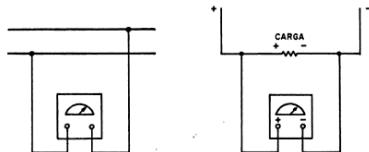
CONCEPTOS BÁSICOS DE MEDICIONES ELÉCTRICAS.

EN LA PRÁCTICA, LA APLICACIÓN DE LOS CONCEPTOS BÁSICOS DE CIRCUITOS, SE ENCUENTRAN RELACIONADOS CON EL EQUIPO ELÉCTRICO Y ES NECESARIO CON FRECUENCIA MEDIR ALGUNOS PARÁMETROS CONSIDERADOS COMO INCÓGNITAS Y CORRELACIONAR LOS DATOS OBTENIDOS, EL CONJUNTO DE INSTRUMENTOS BÁSICOS PARA EFECTUAR ESTAS MEDICIONES SON: EL VÓLTMETRO, EL AMPÉRMETRO, WATTHORIMETRO.

EL VOLTMETRO. - ESTE ES UN APARATO O INSTRUMENTO DE MEDICIÓN CONSTRUIDO Y CALIBRADO PARA DAR DIRECTAMENTE LA LECTURA DEL VALOR DE VOLTAJE APLICADO. EL VOLTMETRO SE DEBE CONECTAR SIEMPRE EN PARALELO CON LA CARGA, EL CIRCUITO O ELEMENTO DE CIRCUITO DEL CUAL SE REQUIERE MEDIR.

CONDICIONES DE OPERACION DE LOS CIRCUITOS 31

EL VOLTMETRO TIENE DOS TERMINALES Y SE CONECTA POR MEDIO DE DOS CONDUCTORES DIRECTAMENTE A TRAVÉS DE LA CARGA POR MEDIR EL VOLTAJE. EN CORRIENTE ALTERNA SE PUEDEN CONECTAR INDISTINTAMENTE ESTAS TERMINALES, PERO CUANDO SE HACE LA MEDICIÓN EN CORRIENTE CONTINUA SE DEBE TENER CUIDADO DE CONECTAR LAS TERMINALES DE MANERA TAL QUE SE CORRESPONDAN LAS MARCAS DE POLARIDAD, ES DECIR, EL POSITIVO DEL VOLTMETRO CON EL POSITIVO DE LA CARGA, Y EN LA MISMA FORMA LOS NEGATIVOS.

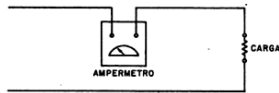


EL AMPERMETRO.- ESTE ES OTRO INSTRUMENTO DE LECTURA DIRECTA QUE ESTÁ DISEÑADO PARA MEDIR LA CORRIENTE ELÉCTRICA, ES DECIR, AMPERES. LOS AMPÉRMETROS CONVENCIONALES SE DEBEN CONECTAR EN SERIE CON LA CARGA O ELEMENTO DEL CIRCUITO A TRAVÉS DEL CUAL SE DEBE MEDIR LA CORRIENTE.

DEBIDO A LA PROPIA CONEXIÓN TODA LA CORRIENTE QUE FLUYE A TRAVÉS DEL AMPÉRMETRO, ES LA QUE CIRCULA POR EL CIRCUITO O ELEMENTO.

32 CONCEPTOS BASICOS DE ELECTRICIDAD

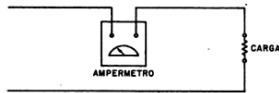
OTRO TIPO DE AMPÉRMETRO ES EL DENOMINADO AMPÉRMETRO DE GANCHO, QUE SE "CONECTA" AL CIRCUITO POR MEDIR EN FORMA INDIRECTA, ES DECIR, MAGNÉTICAMENTE.



CONEXION DEL AMPERMETRO CONVENCIONAL



OTRO TIPO DE AMPÉRMETRO ES EL DENOMINADO AMPÉRMETRO DE GANCHO, QUE SE "CONECTA" AL CIRCUITO POR MEDIR EN FORMA INDIRECTA, ES DECIR, MAGNÉTICAMENTE.

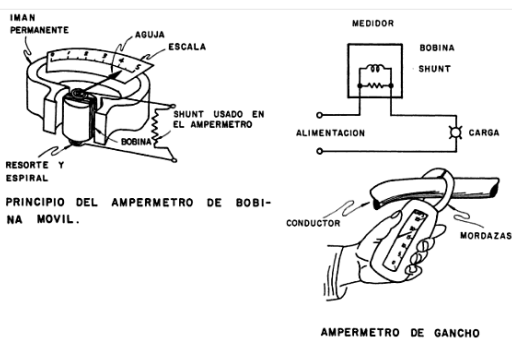
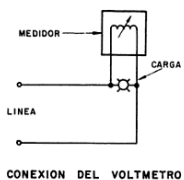


CONEXION DEL AMPERMETRO CONVENCIONAL

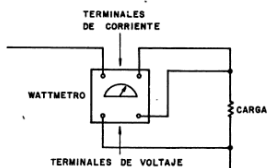


WATTMETRO.- ESTE ES TAMBIÉN UN INSTRUMENTO DE LECTURA DIRECTA - QUE MIDE LA POTENCIA Y ES DE HECHO UNA COMBINACIÓN DEL VOLTMETRO Y DEL AMPÉRMETRO, YA QUE MIDE VOLTS Y AMPERES E INDICA SU PRODUCTO, QUE RESULTA SER WATTS.

EL WATTMETRO BÁSICO TIENE 4 TERMINALES PARA CONECTARSE AL CIRCUITO QUE VA A SER MEDIDO, DOS DE LAS TERMINALES SE CONECTAN EN SERIE CON LA CARGA Y ALIMENTAN LA SECCIÓN DEL AMPÉRMETRO DEL INSTRUMENTO, LAS OTRAS DOS TERMINALES SON PARA LA SECCIÓN DEL VOLTMETRO Y SE CONECTAN A TRAVÉS DE LA CARGA.



34 CONCEPTOS BASICOS DE ELECTRICIDAD



WATTHORIMETRO.- ESTE TAMBIÉN ES UN INSTRUMENTO DE LECTURA DIRECTA QUE SE USA PARA MEDIR LA CANTIDAD DE ENERGÍA ELÉCTRICA QUE SE ENTREGA O SE CONSUME EN UNA INSTALCIÓN ELÉCTRICA, ES DECIR, MIDE LA CANTIDAD DE TRABAJO DESARROLLADO. LA CANTIDAD DE ENERGÍA MEDIDA, NORMALMENTE LO HACE LA COMPAÑÍA SUMINISTRADORA Y SIRVE PARA SABER EL CONSUMO QUE HA TENIDO EL USUARIO EN UN DETERMINADO LAPSO DE TIEMPO Y DE ESTA MANERA ELABORAR SU RECIBO DE PAGO.

POR MEDIO DE UN MECANISMO INTERNO SE CORRELACIONA LA POTENCIA MEDIDA CON EL TIEMPO EN QUE ESTA POTENCIA HA SIDO DEMANDADA. EL PRODUCTO DE LOS WATTS Y HORAS SE INDICA EN UN SISTEMA DE CARÁTULAS CALIBRADAS EN LA CASA DEL MEDIDOR. ESTOS INSTRUMENTOS SE CONECTAN EN LA MISMA FORMA QUE UN WATTMETRO, Y EN LA MISMA FORMA QUE LOS OTROS INSTRUMENTOS, SE USA PRINCIPALMENTE EN CIRCUITOS DE CORRIENTE ALTERNA.

1.4.- LOS CIRCUITOS DE CORRIENTE ALTERNA.

LA GRAN MAYORÍA DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS RESIDENCIALES O INDUSTRIALES, USAN LA LLAMADA "CORRIENTE ALTERNA", MISMA QUE ES PRODUCIDA EN LAS CENTRALES GENERADORAS DE ENERGÍA -

ELÉCTRICA Y TRANSFORMADA EN LAS SUBESTACIONES ELÉCTRICAS PARA SER TRANSMITIDA Y DISTRIBUIDA POR LAS LLAMADAS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN Y REDES DE DISTRIBUCIÓN.

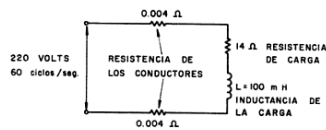
DESDE EL PUNTO DE VISTA DEL ESTUDIO DE LOS CIRCUITOS ELÉCTRICOS LOS VALORES MÁS SIGNIFICATIVOS SON LOS VALORES "EFECTIVOS" O EFICACES DE LA CORRIENTE Y EL VOLTAJE.

DEBIDO A QUE LA CORRIENTE ALTERNA ESTA CONSTANTEMENTE VARIANDO CON VALORES INSTANTÁNEOS Y REGULARMENTE ALTERNOS EN DIRECCIÓN, LA ÚNICA FORMA DE CALCULAR LA CORRIENTE ES DETERMINANDO SU VALOR EFICAZ. ESTO SE PUEDE HACER CALCULANDO EL EFECTO DE CALENTAMIENTO DE LA CORRIENTE ALTERNA Y DANDO A LA CORRIENTE ALTERNA LA MISMA DESIGNACIÓN EN AMPERES, QUE A LA CORRIENTE CONTINUA QUE PRODUCE EL MISMO EFECTO DE CALENTAMIENTO.

EN CORRIENTE ALTERNA CADA CICLO DE UNA ALTERNACIÓN TIENE LUGAR EN UN PERÍODO DETERMINADO DE TIEMPO, DEPENDIENDO DE LA FRECUENCIA CON QUE SE PRODUCEN LAS ALTERNACIONES, POR EJEMPLO EN MÉXICO LA FRECUENCIA ES DE 60 CICLOS/SEG, TAMBIÉN SE DICE QUE ES DE 60 HERTZ, EN OTROS PAÍSES SE TIENEN VALORES DE FRECUENCIAS DISTINTOS, COMO POR EJEMPLO 50 CICLOS/SEG. PARA UNA FRECUENCIA DE 60 CICLOS/SEG., CADA CICLO OCURRE EN 1/60 DE SEGUNDO.

EXISTE OTRA FORMA DE REFERIRSE A LOS CICLOS O PARTES DE CICLO DE LA CORRIENTE ALTERNA Y QUE NO ESTÁ REFERIDA CON LA FRECUENCIA, PERO QUE FACILITA EL ANÁLISIS DE LOS CIRCUITOS DE CORRIENTE ALTERNA, ESTA FORMA ESTÁ BASADA EN LAS LLAMADAS RELACIONES FASORIALES Y USA EL CONCEPTO DE ÁNGULO ELÉCTRICO.

EL CONCEPTO DE IMPEDANCIA 47



SOLUCIÓN

A).- LA REACTANCIA INDUCTIVA SE CALCULA COMO:

$$X_L = 2\pi FL = 2 \times 3.1416 \times 60 \times 0.1$$

$$X_L = 37.7 \text{ OHMS}$$

B).- LA IMPEDANCIA SE CALCULA COMO:

B).- LA IMPEDANCIA SE CALCULA COMO:

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$$

DONDE LA RESISTENCIA TOTAL ES LA SUMA DE LAS RESISTENCIAS EN EL CIRCUITO

$$R = 14 + 0.004 + 0.004 = 14.008 \text{ OHMS}$$

POR LO QUE:

$$Z = \sqrt{(14.008)^2 + (37.7)^2} = 40.22 \text{ OHMS}$$

48 CONCEPTOS BASICOS DE ELECTRICIDAD

C).- EL VALOR EFICAZ DE LA CORRIENTE

$$I = \frac{V}{Z} = \frac{220}{40,22} = 5,47 \text{ AMP.}$$

D).- EL VALOR MÁXIMO DE LA CORRIENTE SE CALCULA COMO:

$$I \text{ EFICAZ} = 0,707 I \text{ MAX}$$

$$I \text{ MAX} = \frac{I \text{ EFICAZ}}{0,707} = \frac{I}{0,707} = \frac{5,47}{0,707}$$

$$I \text{ E} = 7,737 \text{ AMP.}$$

EN LA MISMA FORMA QUE UN CIRCUITO CONTIENE INDUCTANCIA Y RESISTENCIA, TAMBIÉN PUEDE TENER CAPACITANCIA, ES DECIR EXISTE LA CAÍDA DE VOLTAJE POR REACTANCIA CAPACITIVA Y ENTONCES

EXISTE UN VALOR COMBINADO QUE DETERMINA LA CAÍDA DE VOLTAJE POR IMPEDANCIA.

EL VALOR DE LA IMPEDANCIA FORMADA POR UN CIRCUITO QUE CONTIENE RESISTENCIA Y CAPACITANCIA SE CALCULA AHORA COMO:

$$Z = \sqrt{R^2 + X_C^2}$$

DONDE X_C ES LA REACTANCIA CAPACITIVA

CUANDO EL CIRCUITO CONTIENE RESISTENCIA, INDUCTANCIA Y CAPACITANCIA, DEBIDO A QUE LOS EFECTOS PRODUCIDOS POR LA CORRIENTE EN LA INDUCTANCIA Y EN LA CAPACITANCIA SON OPUESTOS, ENTONCES ESTOS SE MANIFIESTAN POR MEDIO DE SUS REACTANCIAS, QUE CUANDO ESTÁN CONECTADAS EN SERIE SE RESTAN.

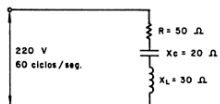
EL CONCEPTO DE IMPEDANCIA 49

$$X = X_L - X_C$$

Y LA IMPEDANCIA RESULTANTE ES ENTONCES:

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2}$$

EJEMPLO 1.9.- PARA EL CIRCUITO MOSTRADO EN LA FIGURA, CALCULAR EL VALOR DE LA IMPEDANCIA Z , LA CORRIENTE EFECTIVA I Y LAS CAÍDAS DE VOLTAJE EN CADA UNO DE LOS SIGUIENTES ELEMENTOS.



SOLUCIÓN

EL VALOR DE LA IMPEDANCIA ES:

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

$$Z = \sqrt{(50)^2 + (30-20)^2} = \sqrt{(50)^2 + 10^2} = 51 \text{ OHMS}$$

LA CORRIENTE ES:

$$I = \frac{V}{Z} = \frac{220}{51} = 4,31 \text{ AMPERES}$$

LA IMPEDANCIA DE CADA FASE ES:

$$Z_F = \sqrt{R^2 + X^2} = \sqrt{6^2 + 8^2} = 10 \text{ OHMS}$$

EL VOLTAJE DE FASE ES:

$$V_F = \frac{V_L}{\sqrt{3}} = \frac{440}{\sqrt{3}} = 254 \text{ VOLTS}$$

LA CORRIENTE DE FASE ES ENTONCES:

$$I_F = \frac{V_F}{Z_F} = \frac{254}{10} = 25.4 \text{ AMPERES}$$

LA CORRIENTE DE LÍNEA

$$I_L = I_F = 25.4 \text{ AMPERES}$$

11).- EL FACTOR DE POTENCIA SE PUEDE CALCULAR COMO EL COSENO DE LA RESISTENCIA POR FASE ENTRE LA IMPEDANCIA POR FASE, ES DECIR:

$$\cos \theta = \frac{R}{Z_F} = \frac{6}{10} = 0.6$$

LA POTENCIA CONSUMIDA ES ENTONCES:

$$\begin{aligned} P &= \sqrt{3} V_L I_L \cos \theta \\ &= \sqrt{3} \times 440 \times 25.4 \times 0.6 \\ P &= 11614.44 \text{ WATTS} \end{aligned}$$

EJEMPLO 1.12.- UNA CARGA TRIFÁSICA BALANCEADA CONSISTE DE 3 RESISTENCIAS CADA UNA DE 4 OHMS CONECTADAS A UNA ALIMENTACIÓN DE 220 VOLTS, 60 CICLOS/SEG., TRES FASES. SE DESEA CALCULAR LA PO-

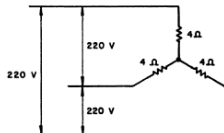
58 CONCEPTOS BÁSICOS DE ELECTRICIDAD

TENCIA TOTAL CONSUMIDA CUANDO LAS RESISTENCIAS SE CONECTAN.

- 1).- EN ESTRELLA
11).- EN DELTA

SOLUCIÓN

1).- PARA LA CONEXIÓN ESTRELLA



EL VOLTAJE DE LÍNEA ES:

$$V_L = 220 \text{ VOLTS}$$

EL VOLTAJE DE FASE:

$$V_F = \frac{V_L}{\sqrt{3}} = \frac{220}{\sqrt{3}} = 127 \text{ VOLTS}$$

LA CORRIENTE DE FASE:

$$I_F = \frac{V_F}{R_F} = \frac{127}{4} = 31.75 \text{ AMPERES}$$

$$I_F = I_L = 31.75 \text{ AMPERES}$$

LA POTENCIA CONSUMIDA ES:

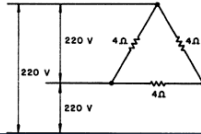
$$P = \sqrt{3} V_L I_L \cos \theta$$

$$P = \sqrt{3} \times 220 \times 31.75 \times 1$$

$$P = 12098.37 \text{ WATTS} = 12.09837 \text{ Kw}$$

11).- PARA LA CONEXIÓN DELTA.

$$V_L = V_F = 220 \text{ VOLTS}$$



LA CORRIENTE DE FASE:

$$I_F = \frac{V_F}{R_F} = \frac{220}{4} = 55 \text{ AMPERES}$$

LA CORRIENTE DE LÍNEA:

$$I_L = \sqrt{3} I_F = \sqrt{3} \times 55 = 95.26 \text{ AMPERES}$$

LA POTENCIA CONSUMIDA:

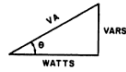
$$P = \sqrt{3} V_L I_L \cos \theta = \sqrt{3} \times 220 \times 95.26 \times 1 = 36300 \text{ WATTS}$$

70 CONCEPTOS BASICOS DE ELECTRICIDAD

CIRCUITOS DE CORRIENTE ALTERNA.

FACTOR DE POTENCIA.

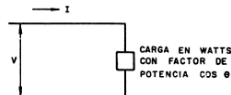
$$\cos \theta = \frac{\text{WATTS}}{\text{VA}}$$



POTENCIA

$$P = VI \times \cos \theta \text{ (MONOFÁSICO)}$$

$$P = \sqrt{3} VI \cos \theta \text{ (TRIFÁSICO)}$$



ENERGÍA

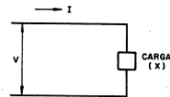
WATTS X TIEMPO; POR LO GENERAL SE MIDE EN KILOWATTS-HORA.

POTENCIA REACTIVA (VARS)

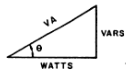
$$\text{VARS} = I^2 X$$

$$\text{VARS} = \frac{V^2}{X}$$

X = REACTANCIA EN OHMS
V = VOLTAJE EN VOLTS



RELACIONES ENTRE LAS POTENCIAS APARENTE, ACTIVA Y REACTIVA.



$$VA = \sqrt{(\text{WATTS})^2 + (\text{VARS})^2}$$

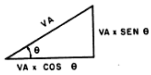
$$\text{WATTS} = \sqrt{(VA)^2 - (\text{VARS})^2}$$

$$\text{VARS} = \sqrt{(VA)^2 - (\text{WATTS})^2}$$

RELACIONES TRIGONÓMICAS.

RELACIONES TRIGONÓMICAS.

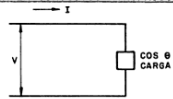
$\theta = \text{ANG COS (FACTOR DE POTENCIA)}$



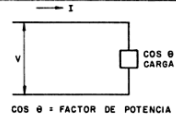
$$\text{WATTS} = VA \times \text{COS } \theta$$

$$\text{VARS} = VA \times \text{SEN } \theta$$

CORRIENTE DE CARGA EN CIRCUITOS MONOFÁSICOS



CORRIENTE DE CARGA EN CIRCUITOS MONOFÁSICOS



$\text{COS } \theta = \text{FACTOR DE POTENCIA}$

Material protegido por derechos de autor

72 CONCEPTOS BÁSICOS DE ELECTRICIDAD

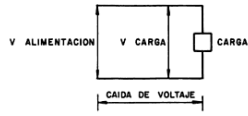
$$I = \frac{\text{POTENCIA (WATTS)}}{V(\text{VOLTS}) \times \text{COS } \theta} \quad (\text{AMPERES})$$

CORRIENTE DE CARGA EN SISTEMAS TRIFÁSICOS BALANCEADOS (TRES O CUATRO CONDUCTORES).



$$\sqrt{3} \times V(\text{VOLTS}) \times \cos \theta \quad (\text{AMPERES})$$

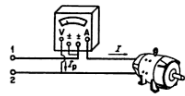
CAÍDA DE VOLTAJE



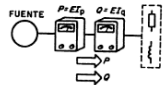
CAÍDA DE VOLTAJE = V ALIMENTACIÓN - V CARGA

$$\% \text{ DE CAÍDA DE VOLTAJE} = \frac{\text{CAÍDA DE VOLTAJE}}{V \text{ ALIMENTACIÓN}} \times 100$$

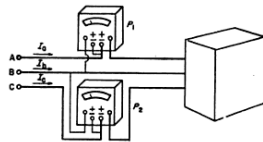
CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA 73



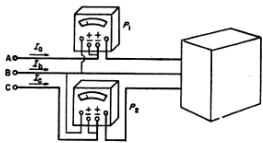
CONEXION DE UN WATTMETRO MONOFASICO



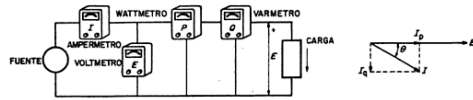
MEDICION DE POTENCIA ACTIVA Y REACTIVA MONOFASICA.



MEDICION DE POTENCIA TRIFASICA POR

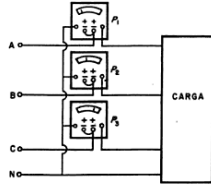


MEDICION DE POTENCIA TRIFASICA POR EL METODO DE LOS DOS WATTMETROS



RELACION ENTRE POTENCIA ACTIVA, REACTIVA, VOLTAJE Y CORRIENTE.

- EL VOLTMETRO MIDE V (VOLTS)
- EL AMPERMETRO MIDE I (AMPERES)
- EL WATTMETRO MIDE P (WATTS)
- EL VARMETRO MIDE Q (VAR)



MEDICION DE POTENCIA TRIFASICA EN UN CIRCUITO TRIFASICO DE 3 HILOS Y NEUTRO.

CARACTERISTICAS DE LA CARGA 7b

MOTORES ELECTRICOS DE CORRIENTE ALTERNA

VELOCIDAD EN REVOLUCIONES POR MINUTO (RPM)

$$N = \frac{120 \cdot F}{P} ; \quad F = \text{FRECUENCIA EN CICLOS/SEG}$$

$$P = \text{NÚMERO DE POLOS}$$

DESLIZAMIENTO:

$$S = \frac{N_0 - N}{N_0} \times 100$$

N_0 = VELOCIDAD DE VACÍO EN RPM

N = VELOCIDAD A PLENA CARGA (DE PLACA) EN RPM

A).- MOTORES MONOFÁSICOS.

CORRIENTE: $I = \frac{HP \times 746}{V \times \eta \cos \theta}$ (AMPERES)

1 HP = 746 WATTS ; η = EFICIENCIA

POTENCIA EN LA FLECHA.

$$HP = \frac{V I \eta \cos \theta}{746}$$

76 CONCEPTOS BASICOS DE ELECTRICIDAD

B).- MOTORES TRIFÁSICOS.

CORRIENTE:

$$I = \frac{HP \times 746}{\sqrt{3} \times V \times \eta \cos \theta}$$

V = VOLTAJE DE LÍNEA O ENTRE FASES.

POTENCIA EN LA FLECHA.

$$HP = \frac{\sqrt{3} V \eta \cos \theta}{746}$$

POTENCIA EN ALGUNAS MÁQUINAS ELÉCTRICAS

APARATOS DE LEVANTAMIENTO (ASCENSORES Y MONTA-CARGAS).

PARA EL MOVIMIENTO VERTICAL LA POTENCIA REQUERIDA SE CALCULA COMO:

$$P = \frac{G V \times 10^{-2}}{\eta}$$

DONDE:

G = CARGA EN KG.

P = POTENCIA EN KW

V = VELOCIDAD DE LEVANTAMIENTO EN M/SEG.

η = RENDIMIENTO DE LA INSTALACIÓN

CARACTERISTICAS DE LA CARGA 77

PARA REDUCTOR CON ENGRANES -0.7 A 0.9

PARA REDUCTOR CON BANDAS (POLEAS) 0.3 A 0.7

EL VALOR MENOR CORRESPONDE A REDUCCIONES IMPORTANTES.

SE PUEDE USAR TAMBIÉN LA EXPRESIÓN:

$$HP = \frac{SV}{75\eta}$$

DONDE: HP = POTENCIA REQUERIDA DEL MOTOR EN HP.

S = FUERZA TANGENCIAL EN LA POLEA DE ARRASTRE EN KG.

V = VELOCIDAD TANGENCIAL DEL TAMBOR EN M/SEG.

η = RENDIMIENTO

BOMBAS ELEVADORAS.

LA POTENCIA REQUERIDA POR UNA BOMBA SE CALCULA EN FORMA APROXIMADA POR LA FÓRMULA:

$$P = \frac{QH \times 10^{-2}}{\eta}$$

DONDE:

H = ALTURA MANOMÉTRICA EN METROS (M)

P = POTENCIA EN KW.

Q = CAPACIDAD DE LA BOMBA EN LITROS/SEG.

η = RENDIMIENTO DE LA BOMBA.

SE TOMA: 0.4 A 0.8 PARA BOMBAS CENTRÍFUGAS

0.6 A 0.7 PARA BOMBAS DE PISTÓN

78 CONCEPTOS BASICOS DE ELECTRICIDAD

LA ALTURA MANOMÉTRICA SE CALCULA COMO:

$$H = H_A + H_R + P$$

H_A = ALTURA DE ASPIRACIÓN (M)
 H_R = ALTURA DE RECURRENCIA (M)
 P = PÉRDIDAS EN TUBERÍAS, CODOS, ETC. (M)

TAMBIÉN SE PUEDE USAR LA FÓRMULA SIMPLIFICADA:

$$H_p = \frac{Q \times H}{75 \times \eta}$$

DONDE: H_p = POTENCIA DE LA BOMBA EN HP.
 H = ALTURA DE ELEVACIÓN DEL AGUA EN M.
 η = RENDIMIENTO DE LA INSTALACIÓN (0.6 A 0.7)

VENTILADORES

LA POTENCIA QUE DEMANDA UN VENTILADOR SE CALCULA EN FORMA APROXIMADA POR LA FÓRMULA:

$$P = \frac{Q \times P \times 10^{-2}}{\eta}$$

DONDE: P = POTENCIA EN Kw
 P = PRESIÓN TOTAL EN MM DE AGUA
 Q = GASTO M³/SEG.
 η = RENDIMIENTO DEL VENTILADOR
 0.2 A 0.3 PARA VENTILADOR DE HÉLICE
 0.5 A 0.75 PARA VENTILADORES CENTRÍFUGOS.

CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA 79

TABLA. I-I

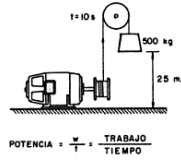
FORMULAS ELECTRICAS USUALES

	CORRIENTE CONTINUA	CORRIENTE ALTERNA		
		UNA FASE	DOS FASES	TRES FASES
Amperes Conociendo H.P.	$I = \frac{H.P. \times 746}{E \times N}$	$I = \frac{H.P. \times 746}{E \times N \times f.p.}$	$I = \frac{H.P. \times 746}{2 \times E \times N \times f.p.}$	$I = \frac{H.P. \times 746}{1.732 \times E \times N \times f.p.}$
Amperes Conociendo K.W.	$I = \frac{K.W. \times 1000}{E}$	$I = \frac{K.W. \times 1000}{E \times f.p.}$	$I = \frac{K.W. \times 1000}{2 \times E \times f.p.}$	$I = \frac{K.W. \times 1000}{1.732 \times E \times f.p.}$
Amperes Conociendo K.V.A.		$I = \frac{K.V.A. \times 1000}{E}$	$I = \frac{K.V.A. \times 1000}{2 \times E}$	$I = \frac{K.V.A. \times 1000}{1.732 \times E}$
K.W.	$K.W. = \frac{I \times E}{1000}$	$K.W. = \frac{I \times E \times f.p.}{1000}$	$K.W. = \frac{I \times E \times f.p. \times 2}{1000}$	$K.W. = \frac{I \times E \times f.p. \times 1.732}{1000}$
K.V.A.	$K.V.A. = \frac{I \times E}{1000}$	$K.V.A. = \frac{I \times E}{1000}$	$K.V.A. = \frac{I \times E \times 2}{1000}$	$K.V.A. = \frac{I \times E \times 1.732}{1000}$
Potencia en la Ficha H.P.	$H.P. = \frac{I \times E \times N}{746}$	$H.P. = \frac{I \times E \times N \times f.p.}{746}$	$H.P. = \frac{I \times E \times 2 \times N \times f.p.}{746}$	$H.P. = \frac{I \times E \times 1.732 \times N \times f.p.}{746}$
Factor de Potencia	Unitario	$f.p. = \frac{W}{E \times I}$	$f.p. = \frac{W}{2 \times E \times I}$	$f.p. = \frac{W}{1.732 \times E \times I}$

I = Corriente en Amperes
 E = Tensión entre fases en Volts
 N = Eficiencia expresada en decimales (porcentaje)
 R.P.M. = $\frac{f \times 120}{p}$

H.P. = Potencia en caballos (Horse Power)
 f.p. = Factor de potencia
 K.W. = Potencia en Kilowatts
 K.V.A. = Potencia aparente en Kilo volt amperes
 W = Potencia en watts
 R.P.M. = Revoluciones por minuto
 f = Frecuencia
 p = Número de Polos

EJEMPLO 1.17. - UN MOTOR ELÉCTRICO MEDIANTE UN MECANISMO LEVANTA UNA MASA DE 500 KG A UNA ALTURA DE 25 M EN 10 SEGUNDOS (VER FIGURA). CALCULAR LA POTENCIA DESARROLLADA POR EL MOTOR EN KW Y EN HP.



SOLUCIÓN

LA TENSIÓN EN EL CABLE ES:

$$F = 9,8 \text{ m} = 9,8 \times 500 = 4900 \text{ NEWTON}$$

EL TRABAJO DESARROLLADO ES:

$$W = F \times H = 500 \times 25 = 125000 \text{ JOULES}$$

LA POTENCIA ES:

$$P = \frac{W}{T} = \frac{125000}{10} = 12500 \text{ WATTS}$$

EXPRESÁNDOLA EN HP.

$$P = \frac{\text{WATTS}}{746} = \frac{12500}{746} = 16,75 \text{ HP.}$$

CAPITULO 2

CONDUCTORES ELECTRICOS Y CANALIZACIONES

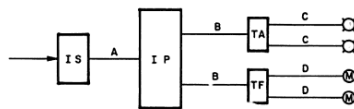
CAPITULO 2

CONDUCTORES ELECTRICOS Y CANALIZACIONES

2.1.- INTRODUCCIÓN.

EN CUALQUIER INSTALACIÓN ELÉCTRICA, LOS ELEMENTOS QUE CONDUCCEN LA CORRIENTE ELÉCTRICA DE LAS FUENTES A LAS CARGAS O QUE INTERCONECTAN LOS ELEMENTOS DE CONTROL, SON LOS CONDUCTORES ELÉCTRICOS, POR OTRA PARTE, POR RAZONES DE PROTECCIÓN DE LOS PROPIOS CONDUCTORES Y DE SEGURIDAD, NORMALMENTE ESTOS CONDUCTORES SE ENCUENTRAN INSTALADOS DENTRO DE CANALIZACIONES ELÉCTRICAS DE DISTINTA NATURALEZA Y CUYA APLICACIÓN DEPENDE DEL TIPO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE QUE SE TRATE.

EN LA FIGURA SIGUIENTE SE MUESTRA, CON PROPÓSITOS ILUSTRATIVOS, UN DIAGRAMA DE BLOQUES EN DONDE APARECEN ALGUNAS - DE LAS APLICACIONES DE LOS CONDUCTORES ELÉCTRICOS EN LAS INSTALACIONES.



SIMBOLOGIA

- CARGA DE ALUMBRADO
- Ⓜ CARGA DE MOTORES

83

Material protegido por derechos de autor

84 CONDUCTORES ELECTRICOS Y CANALIZACIONES

- IS = INTERRUPTOR DE SERVICIO
- IP = INTERRUPTOR PRINCIPAL
- TA = TABLERO DE ALUMBRADO
- TF = TABLERO DE FUERZA

A = CONDUCTORES DE SERVICIO DE LA COMPAÑÍA SUMINISTRADORA AL INTERRUPTOR PRINCIPAL.

B = CONDUCTORES QUE LLEVAN LA POTENCIA DEL INTERRUPTOR PRINCIPAL AL TABLERO DE ALUMBRADO (TA) Y AL TABLERO DE FUERZA (TF).

C = CONDUCTORES QUE LLEVAN LA POTENCIA DE LOS CIRCUITOS DERIVADOS DEL TABLERO DE ALUMBRADO (TA) A LA CARGA DE ALUMBRADO.

D = CONDUCTORES QUE LLEVAN LA POTENCIA DE LOS CIRCUITOS DERIVADOS DEL TABLERO DE FUERZA (TF) A LA CARGA DE MOTORES M.

LOS ELEMENTOS QUE CONTIENEN A LOS CONDUCTORES SE CONOCEN COMO CANALIZACIONES Y SON DE DISTINTO TIPO SEGÚN LA APLICACIÓN, CONOCIÉNDOSE COMO TUBOS CONDUIT, DUCTOS, CHAROLAS, ETC.

2.2.- CONDUCTORES ELÉCTRICOS.

EN GENERAL LA PALABRA "CONDUCTOR" SE USA CON UN SENTIDO DISTINTO AL DE ALAMBRE, YA QUE POR LO GENERAL UN ALAMBRE ES DE SECCIÓN CIRCULAR, MIENTRAS QUE UN CONDUCTOR PUEDE TENER -- OTRAS FORMAS (POR EJEMPLO BARRAS RECTANGULARES O CIRCULARES), SIN EMBARGO, ES COMÚN QUE A LOS ALAMBRES SE LES DESIGNEN COMO CONDUCTORES, POR LO QUE EN CASO DE MENCIONAR ALGÚN CONDUCTOR DE FORMA O CARACTERÍSTICAS DISTINTAS A LOS ALAMBRES, SE DESIGNARÁ ESPECÍFICAMENTE CON EL NOMBRE QUE SE LE CONOZCA.

LA MAYOR PARTE DE LOS CONDUCTORES USADOS EN LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS SON DE COBRE (CU) O ALUMINIO (AL) DEBIDO A SU BUENA CONDUCTIVIDAD Y QUE COMERCIALMENTE NO TIENEN UN COSTO ALTO YA QUE HAY OTROS QUE TIENEN UN COSTO ELEVADO QUE HACEN ANTIECONÓMICA SU UTILIZACIÓN EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS, AUN CUANDO TIENEN MEJOR CONDUCTIVIDAD.

COMPARATIVAMENTE EL ALUMINIO ES APROXIMADAMENTE UN 16% MENOS CONDUCTOR QUE EL COBRE, PERO AL SER MUCHO MÁS LIVIANO QUE ÉSTE, RESULTA UN POCO MÁS ECONÓMICO CUANDO SE HACEN ESTUDIOS COMPARATIVOS, YA QUE A IGUALDAD DE PESO SE TIENE HASTA CUATRO VECES MÁS CONDUCTOR QUE EL COBRE.

COMO SE MENCIONÓ ANTES, PARA INSTALACIONES ELÉCTRICAS SE FABRICAN DE SECCIÓN CURCULAR DE MATERIAL SÓLIDO O COMO CABLES DEPENDIENDO LA CANTIDAD DE CORRIENTE POR CONDUCIR (AMPACIDAD) Y SU UTILIZACIÓN, AUNQUE EN ALGUNOS CASOS SE FABRICAN EN SECCIONES RECTANGULARES O TUBULARES PARA ALTAS CORRIENTES. DESDE EL PUNTO DE VISTA DE LAS NORMAS, LOS CONDUCTORES SE HAN IDENTIFICADO POR UN NÚMERO QUE CORRESPONDEN A LO QUE COMÚNMENTE SE CONOCE COMO EL CALIBRE Y QUE NORMALMENTE SE SIGUE EL SISTEMA AMERICANO DE DESIGNACIÓN AWG (AMERICAN WIRE GAGE) SIENDO EL MÁS GRUESO EL NÚMERO 4/0, SIGUIENDO EN ORDEN DESCENDENTE DEL ÁREA DEL CONDUCTOR LOS NÚMEROS 3/0, 2/0, 1/0, 1, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18 Y 20 QUE ES EL MÁS DELGADO USADO EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS. PARA CONDUCTORES CON UN ÁREA MAYOR DEL DESIGNADO COMO 4/0, SE HACE UNA DESIGNACIÓN QUE ESTÁ EN FUNCIÓN DE SU ÁREA EN PULGADAS, PARA LO CUAL SE EMPLEA UNA UNIDAD DENOMINADA EL CIRCULAR MIL SIENDO ASÍ COMO UN CONDUCTOR DE 250 CORRESPONDERÁ A AQUEL CUYA SECCIÓN SEA DE 250,000 C M. Y ASÍ SUCESIVAMENTE.

SE DENOMINA CIRCULAR MIL A LA SECCIÓN DE UN CÍRCULO ASÍ COMO UN CONDUCTOR DE 250 CORRESPONDERÁ A AQUEL CUYA SECCIÓN SEA DE 250,000 C M. Y ASÍ SUCESIVAMENTE.

SE DENOMINA CIRCULAR MIL A LA SECCIÓN DE UN CÍRCULO QUE TIENE UN DIÁMETRO DE UN MILÉSIMO DE PULGADA (0.001 PLG.).

Material protegido por derechos de autor

86 CONDUCTORES ELECTRICOS Y CANALIZACIONES



LA RELACIÓN ENTRE EL CIRCULAR MIL Y EL ÁREA EN MM² PARA UN CONDUCTOR SE OBTIENE COMO SIGUE:

$$1 \text{ PLG} = 25.4 \text{ MM}$$

$$\frac{1}{1000} \text{ PLG} = 0.0254 \text{ MM}$$

SIENDO EL CIRCULAR MIL UN ÁREA

$$1 \text{ C.M.} = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3.1416 \times (0.0254)^2}{4}$$

$$1 \text{ C.M.} = \frac{10^4}{4} = 2.1410 \times 10^4 \text{ mm}^2$$

$$= 5.064506 \times 10^{-4} \text{ mm}^2$$

DE DONDE:

$$1 \text{ mm}^2 = \frac{10^4}{5.064506} = 1974 \text{ CM.}$$

O EN FORMA APROXIMADA

$$1 \text{ mm}^2 = 2000 \text{ CM}$$

POR SER DE UTILIDAD PARA ALGUNAS APLICACIONES, EN LA TABLA NÚMERO 2.4 SE DAN LAS DIMENSIONES DE ALGUNOS CONDUCTORES ELÉCTRICOS.

100 CONDUCTORES ELÉCTRICOS Y CANALIZACIONES

DONDE: R = RESISTENCIA DEL CONDUCTOR EN $\frac{\text{OHMS}}{\text{M}}$

I = CORRIENTE QUE CIRCULA POR EL CONDUCTOR EN AMPERES.

LA RESISTENCIA TÉRMICA R_X ES LA SUMA DE LAS RESISTENCIAS TÉRMICAS DE LOS DISTINTOS MEDIOS DESDE EL PUNTO MÁS CALIENTE HASTA EL PUNTO MÁS FRÍO.

$$R_X = R_{X1} + R_{X2} + R_{XN} = \sum_{i=1}^N R_{Xi}$$

DE LAS ECUACIONES ANTERIORES SE TIENE:

$$T_C - T_A = (RI)^2 \cdot \sum_{i=1}^N R_{Xi} = RI^2 \cdot R_X$$

DE LA EXPRESIÓN ANTERIOR SE PUEDE DESPEJAR LA CORRIENTE I , QUE REPRESENTA EL VALOR ADMISIBLE DE CORRIENTE EN EL CONDUCTOR.

$$I = \sqrt{\frac{T_C - T_A}{R \cdot R_X}}$$

SI SE EXPRESA LA RESISTENCIA DEL CONDUCTOR COMO:

$$R = \rho \frac{L}{S}$$

DONDE: ρ = RESISTIVIDAD EN $\frac{\Omega \cdot \text{M}}{\text{MM}^2}$

L = LONGITUD EN M

S = SECCIÓN EN MM^2

CALIBRE DE CONDUCTORES 101

LA ECUACIÓN ANTERIOR SE PUEDE ESCRIBIR COMO:

$$I = \sqrt{\frac{\Delta(T_C - T_A)}{\rho \cdot R_X}}$$

CON ECUACIONES COMO LAS ANTERIORES SE PUEDEN PREFIJAR LA TEMPERATURA DE OPERACIÓN DESEADA Y CALCULAR LA CORRIENTE ADMISIBLE DE UN CONDUCTOR PARA UN CALIBRE DETERMINADO Y QUE APARECEN EN TABLAS DE CARACTERÍSTICAS DE CONDUCTORES, YA SEA DE NORMA O DE FABRICANTES.

2.3.3.- NÚMERO DE CONDUCTORES EN UN TUBO CONDUIT.

NORMALMENTE LOS CONDUCTORES EN LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS SE ENCUENTRAN ALOJADOS YA SEA EN TUBOS CONDUIT O EN OTROS TIPOS DE CANALIZACIONES. COMO SE HA MENCIONADO, LOS CONDUIC-

NORMALMENTE LOS CONDUCTORES EN LAS INSTALACIONES -- ELÉCTRICAS SE ENCUENTRAN ALOJADOS YA SEA EN TUBOS CONDUIT O EN OTROS TIPOS DE CANALIZACIONES. COMO SE HA MENCIONADO, LOS CONDUCTORES ESTÁN LIMITADOS EN SU CAPACIDAD DE CONDUCCIÓN DE CORRIENTE POR EL CALENTAMIENTO, DEBIDO A LAS LIMITACIONES QUE SE TIENEN EN LA DISIPACIÓN DE CALOR Y A QUE EL AISLAMIENTO MISMO PRESENTA TAMBIÉN LIMITACIONES DE TIPO TÉRMICO.

DEBIDO A ESTAS RESTRICCIONES TÉRMICAS, EL NÚMERO DE CONDUCTORES DENTRO DE UN TUBO CONDUIT SE LIMITA DE MANERA TAL QUE PERMITA UN ARREGLO FÍSICO DE CONDUCTORES DE ACUERDO A LA SECCIÓN DEL TUBO CONDUIT O DE LA CANALIZACIÓN, FACILITANDO SU ALOJAMIENTO Y MANIPULACIÓN DURANTE LA INSTALACIÓN. PARA OBTENER LA CANTIDAD DE AIRE NECESARIA PARA DISIPAR EL CALOR, SE DEBE ESTABLECER LA RELACIÓN ADECUADA ENTRE LA SECCIÓN DEL TUBO Y LA DE LOS CONDUCTORES, PARA ESTO SE PUEDE PROCEDER EN LA FORMA SIGUIENTE:

SI A ES EL ÁREA INTERIOR DEL TUBO EN MM^2 O PLG^2 Y A_c ES EL ÁREA TOTAL DE LOS CONDUCTORES, EL FACTOR DE RELLENO ES:

CALIBRE DE CONDUCTORES 103

B).- PARA 90°C EN UN AMBIENTE SECO SE PUEDEN USAR CONDUCTORES:

RHH, THHN, XHHN

EJEMPLO 2.2.- CALCULAR EL CALIBRE DE LOS CONDUCTORES TIPO TH Y EL TAMAÑO DEL TUBO CONDUIT PARA UNA ALIMENTACIÓN MONOFÁSICA CON DOS CONDUCTORES QUE LLEVAN UNA CORRIENTE DE 60 AMP. A 50°C.

SOLUCIÓN

DE LA TABLA 2.7., PARA DOS CONDUCTORES CON 70A, SE ENTRA EN LA COLUMNA CORRESPONDIENTE A 1 A 3 CONDUCTORES Y SE BUSCA EN EL CUERPO DE LA TABLA EL VALOR PRÓXIMO A 60 A QUE ES EL INMEDIATO SUPERIOR DE 70 A Y EN LA COLUMNA DE LA IZQUIERDA SE OBSERVA QUE EL CALIBRE DEL CONDUCTOR ES EL No. 4

SI SE CONSIDERA QUE LOS CONDUCTORES SE ALOJARÁN EN TUBO CONDUIT, DE LA TABLA 2.6., SE ENTRA EN LA COLUMNA CORRESPONDIENTE AL CALIBRE DEL CONDUCTOR, (No. 4) Y SE BUSCA EN EL CUERPO DE LA TABLA EL NÚMERO DE CONDUCTORES CONSIDERADO O EL MÁS PRÓXIMO A ÉSTE, ENCONTRANDO EN ESTE CASO 3, QUE EN LA PARTE SUPERIOR DE LA COLUMNA REQUERIDA DE UN TUBO CONDUIT DE 25MM (1 PULGADA).

EJEMPLO 2.3.- CALCULAR EL CALIBRE DE LOS CONDUCTORES VINANEL 900 Y EL TAMAÑO DEL TUBO CONDUIT QUE CONTENDRÁ A UN ALIMENTADOR TRIFÁSICO CON 4 CONDUCTORES, 3 DE CORRIENTE Y 1 NEUTRO, QUE VA A CONducir 28 AMPERES POR FASE A UNA TEMPERATURA AMBIENTE DE 40°C.

104 CONDUCTORES ELECTRICOS Y CANALIZACIONES

SOLUCIÓN

DE LA TABLA 2.7 PARA UNA TEMPERATURA DE 30°C SE DAN LAS CAPACIDADES DE CORRIENTE, Y AL FINAL DE LA MISMA TABLA LOS FACTORES DE CORRECCIÓN POR TEMPERATURA, POR LO QUE PARA 40°C PARA 4 CONDUCTORES EN UN TUBO CONDUIT, EL FACTOR DE CORRIENTE ES:

$$F.C. = 0.82$$

ES DECIR, QUE CON ESTE FACTOR LA CORRIENTE EQUIVALENTE ES:

$$I_{40^{\circ}C} = \frac{I_{30^{\circ}C}}{F.C.} = \frac{28}{0.82} = 34.14 \text{ AMPERES}$$

ENTRANDO AHORA EN LA TABLA 2.7 EN LA COLUMNA CORRESPONDIENTE A 4 A 6 CONDUCTORES Y ENCONTRANDO EN EL CUERPO DE LA -

ENTRANDO AHORA EN LA TABLA 2.7 EN LA COLUMNA CORRESPONDIENTE A 4 A 6 CONDUCTORES Y ENCONTRANDO EN EL CUERPO DE LA TABLA LA CORRIENTE MÁS PRÓXIMA (INMEDIATA SUPERIOR A 34.14 A), - QUE ES 36 A, SE ENCUENTRA QUE EL CALIBRE DE CONDUCTOR VINANEL 900 DEBE SER EL No.6.

DE LA TABLA 2.6, PARA 4 CONDUCTORES No.6 EL TUBO CONDUIT DEBE SER DE 25 MM (1 PLG.).

EJEMPLO 2.4.- CALCULAR EL TAMAÑO DE TUBO CONDUIT NECESARIO PARA CONTENER A LOS SIGUIENTES CONDUCTORES TIPO VINANEL 900. 2 No. 10, 4 No. 8, 3 No. 6.

CALIBRE DE CONDUCTORES 105

SOLUCIÓN

CUANDO SE TRATA DE VARIOS CONDUCTORES SE DEBE HACER USO DEL CONCEPTO DE FACTOR DE RELLENO, PARA LO CUAL ES NECESARIO CONOCER EL ÁREA DE CADA CONDUCTOR, PARA CALCULAR EL ÁREA TOTAL DE LOS MISMOS. PARA ESTO SE HACE USO DE LA TABLA 2.5 Y SE PROCEDE COMO SIGUE:

CANTIDAD DE CONDUCTORES	CALIBRE AWG	ÁREA POR CONDUCTOR (MM ²)	ÁREA TOTAL MM ²
2	10	5.2610	10.522
4	8	8.3670	33.468
3	6	13.3030	39.909
TOTAL DE CONDUCTORES = 7			83.899

PARA 7 CONDUCTORES EL FACTOR DE RELLENO ES PARA MÁS DE 3 CONDUCTORES = 40%.

EL ÁREA DEL TUBO CONDUIT NECESARIA ES:

$$A = \frac{A_c}{F} = \frac{83.899}{0.40} = 209.7475 \text{ MM}^2$$

EL TAMAÑO DEL TUBO CONDUIT REQUERIDO CONSULTANDO LAS TABLAS DE DIMENSIONES DE TUBO CONDUIT ES DE 19 MM DE DIÁMETRO -- (3/4 PLG.).

CALIBRE DE CONDUCTORES 121

EJEMPLO 2.7.- UNA CARGA DE 100 A, FACTOR DE LA POTENCIA 0.8 ATRASADO SE ALIMENTA DE UN SISTEMA TRIFÁSICO CON 3 HILOS A 220 VOLTS POR MEDIO DE CONDUCTOR TH 3/0 EN TUBO CONDUIT. CALCULAR LA LONGITUD DEL CONDUCTOR PARA LIMITAR LA CAÍDA DE VOLTAJE AL 1%.

SOLUCIÓN

LA CAÍDA DE VOLTAJE PARA CUALQUIER SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN SE CALCULA CON LA EXPRESIÓN GENERAL:

$$e\% = KLI$$

DE LA TABLA DE CONSTANTES PARA CAÍDA DE VOLTAJE, PARA UN SISTEMA DE 3 CONDUCTORES A 220 VOLTS CON CONDUCTOR 3/0 K = 0.0013.

DE LA FORMULA:

$$e\% = KLI$$

$$L = \frac{e\%}{K} = \frac{1}{0.0013 \times 100} = 77 \text{ M}$$

EJEMPLO 2.8.- HACIENDO USO DE LA TABLA PARA EL CÁLCULO DE LA CAÍDA DE TENSIÓN EN CONDUCTORES AISLADOS, CALCULAR LA LONGITUD DEL CONDUCTOR QUE ALIMENTARÁ A UN MOTOR TRIFÁSICO QUE DEMANDA 50 AMPERES.

A).- PARA UNA CAÍDA DE TENSIÓN MÁXIMA PERMISIBLE DE 3%.

B).- PARA UNA CAÍDA DE TENSIÓN MÁXIMA PERMISIBLE DE 2%.

122 CONDUCTORES ELECTRICOS Y CANALIZACIONES

SOLUCIÓN

A).- ENTRANDO A LAS TABLAS DE CAPACIDAD DE CONDUCCIÓN DE CORRIENTE Y SUPONIENDO QUE SE TRATA DE CONDUCTOR TH A 60°C EL CALIBRE DE CONDUCTOR ES EL No. 6 AWG EN TUBO CONDUIT DE 25 MM (1 PLG).

ENTRANDO EN LA TABLA DEL CÁLCULO DE CONDUCTORES POR CAÍDA DE VOLTAJE, PARA EL CALIBRE No. 6 CON 50 AMPERES, LA LONGITUD MÁXIMA A 200 VOLTS Y 3% DE CAÍDA DE VOLTAJE ES:

$$L = 62.1 \text{ M.}$$

B).- SI LA CAÍDA MÁXIMA DE VOLTAJE PERMISIBLE ES DEL 2% SE APLICA EL FACTOR DE CORRECCIÓN DE LA MISMA TABLA QUE EN ESTE CASO PARA EL 2% ES 0.66 DE MANERA QUE LA LONGITUD MÁXIMA ES:

$$L = 62.1 \times 0.66 = 40.98 \text{ M.}$$

2.4.- CANALIZACIONES ELÉCTRICAS.

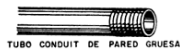
SE ENTIENDE POR CANALIZACIONES ELÉCTRICAS A LOS DISPOSITIVOS QUE SE EMPLEAN EN LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS PARA CONTENER A LOS CONDUCTORES DE MANERA QUE QUEDEN PROTEGIDOS CONTRA DETERIORO MECÁNICO Y CONTAMINACIÓN, ADEMÁS PROTEJAN A LAS INSTALACIONES CONTRA INCENDIOS POR ARCOS ELÉCTRICOS QUE SE PRESENTAN EN CONDICIONES DE CORTO CIRCUITO.

LOS MEDIOS DE CANALIZACIÓN MÁS COMUNES EN LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS SON:

- . TUBOS CONDUIT
- . DUCTOS
- . CHAROLAS

CANALIZACIONES ELECTRICAS 123

ELEMENTOS PARA CANALIZACION DE CONDUCTORES ELECTRICOS



TUBO CONDUIT DE PARED GRUESA



CONECTOR CONTRA Y MONITOR



TUBO CONDUIT DE PARED DELGADA



CONECTOR PARA UNION CONECTOR TUBO DE



CAJA CUADRADA



CAJA OCTOGONAL



CONDULETS

124 CONDUCTORES ELECTRICOS Y CANALIZACIONES

2.4.1.- TUBOS CONDUIT.

EL TUBO CONDUIT ES UN TIPO DE TUBO (DE METAL O PLÁSTICO) USADO PARA CONTENER Y PROTEGER LOS CONDUCTORES ELÉCTRICOS - USADOS EN LAS INSTALACIONES.

LOS TUBOS CONDUIT METÁLICOS PUEDER SER DE ALUMINIO, ACERO O ALEACIONES ESPECIALES, LOS TUBOS DE ACERO A SU VEZ SE FABRICAN EN LOS TIPOS PESADO, SEMIPESADO Y LIGERO, DISTINGUIÉNDOSE UNO DE OTRO POR EL ESPESOR DE LA PARED.

2.4.1.1.- TUBO CONDUIT DE ACERO PESADO (PARED GRUESA).

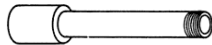
ESTOS TUBOS CONDUIT SE ENCUENTRAN EN EL MERCADO EN

2.4.1.1.- TUBO CONDUIT DE ACERO PESADO (PARED GRUESA).

ESTOS TUBOS CONDUIT SE ENCUENTRAN EN EL MERCADO EN FORMA GALVANIZADA O CON RECUBRIMIENTO NEGRO ESMALTADO, NORMALMENTE EN TRAMOS DE 3,05 M DE LONGITUD CON ROSCA EN AMBOS EXTREMOS. SE USAN COMO CONECTORES PARA ESTE TIPO DE TUBO LOS LLAMADOS COPLES, NIPLES (CORTO Y LARGO) ASÍ COMO NIPLES CERRADOS O DE CUERDA CORRI-DA. EL TIPO DE HERRAMIENTA QUE SE USA PARA TRABAJAR EN LOS TUBOS CONDUIT DE PARED GRUESA ES EL MISMO QUE SE USA PARA TUBERÍAS DE AGUA EN TRABAJOS DE PLOMERÍA.

SE FABRICAN EN SECCIONES CIRCULARES CON DIÁMETROS - QUE VAN DE 13 MM (1/2 PULGADA) A 152,4 MM (6 PULGADAS). LA SUPERFICIE INTERIOR EN ESTOS TUBOS COMO EN CUALQUIERA DE LOS OTROS TI-POS DEBE SER LISA PARA EVITAR DAÑOS AL AISLAMIENTO O A LA CUBIERTA DE LOS CONDUCTORES. LOS EXTREMOS SE DEBEN ESCARIAR PARA EVITAR - BORDES CORTANTES QUE DAÑEN A LOS CONDUCTORES DURANTE EL ALAMBRADO.

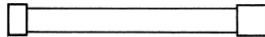
CANALIZACIONES ELECTRICAS 125



TUBO CONDUIT DE PARED GRUESA



NIPLE CORRIDO NIPLE LARGO NIPLE CORTO



CONDUIT DE PARED GRUESA
LONGITUD = 3.05 m POR TRAMO

LOS TUBOS RÍGIDOS (METÁLICOS) DE PARED GRUESA DEL TIPO PESADO Y SEMIPESADO SE PUEDE EMPLEAR EN INSTALACIONES VISIBLES U OCULTAS YA SEA EMBEBIDO EN CONCRETO O EMBUTIDO EN MANPOSTERÍA EN CUALQUIER TIPO DE EDIFICIOS Y BAJO CUALQUIER CONDICIÓN ATMOSFÉRICA. TAMBIÉN SE PUEDEN USAR DIRECTAMENTE ENTERRADOS RECUBIERTO EXTERNAMENTE PARA SATISFACER CONDICIONES MÁS SEVERAS.

EN LOS CASOS EN QUE SEA NECESARIO HACER EL DOBLADO DEL TUBO METÁLICO RÍGIDO, SE DEBE HACER CON LA HERRAMIENTA APROPIADA PARA QUE NO SE PRODUZCAN GRIETAS EN SU PARTE INTERNA Y NO SE REDUZCA SU DIÁMETRO INTERNO EN FORMA APRECIABLE.

PARA CONDUCTORES CON AISLAMIENTO NORMAL ALOJADOS EN TUBO CONDUIT RÍGIDO, SE RECOMIENDA QUE EL RADIO INTERIOR DE LAS CURVAS NO SEA MENOR QUE 6 VECES EL DIÁMETRO EXTERIOR DEL TUBO. CUANDO LOS CONDUCTORES TIENEN CUBIERTA METÁLICA EL RADIO DE CURVA-

126 CONDUCTORES ELECTRICOS Y CANALIZACIONES

TURA DE LAS CURVAS PUEDE SER HASTA 10 VECES EL DIÁMETRO EXTERIOR DEL TUBO.

EL NÚMERO DE CURVAS EN UN TRAMO DE TUBERÍA COLOCADO ENTRE DOS CAJAS DE CONEXIONES CONSECUTIVAS O ENTRE UNA CAJA Y UN ACCESORIO ENTRE DOS ACCESORIOS SE RECOMIENDA QUE NO EXCEDA A DOS DE 90° O BIEN SU EQUIVALENTE (180° EN TOTAL).

1.4.1.2.- TUBO CONDUIT METÁLICO DE PARED DELGADA.

A ESTE TUBO SE LE CONOCE TAMBIÉN COMO TUBO METÁLICO RÍGIDO LIGERO, SU USO ES PERMITIDO EN INSTALACIONES OCULTAS O VISIBLES YA SEA EMBEBIDO EN CONCRETO O EMBUTIDO EN MANPOSTERÍA EN LUGARES DE AMBIENTE SECO NO EXPUESTOS A HUMEDAD O AMBIENTE CORROSIVO.

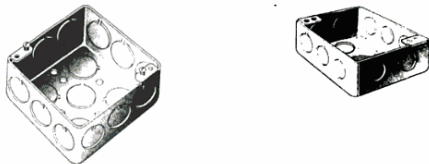
NO SE RECOMIENDA EN LUGARES QUE DURANTE SU INSTALACIÓN O DESPUÉS DE ESTÁ ESTÉ EXPUESTO A DAÑO MECÁNICO. TAMPOCO SE DEBE USAR DIRECTAMENTE ENTERRADO O EN LUGARES HÚMEDOS O MOJADOS, ASÍ COMO EN LUGARES CLASIFICADOS COMO PELIGROSOS.

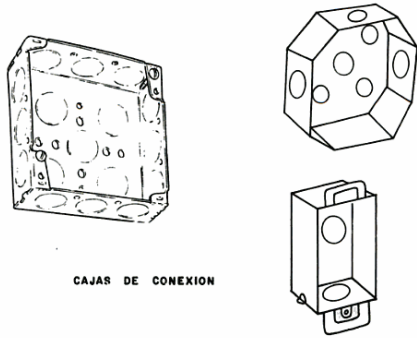
EL DIÁMETRO MÁXIMO RECOMENDABLE PARA ESTOS TUBOS ES DEL 51 MM (2 PULGADAS) Y DEBIDO A QUE SON DE PARED DELGADA EN ESTOS TUBOS NO SE DEBE HACER ROSCADO PARA ATORNILLARSE A CAJAS DE CONEXIÓN U OTROS ACCESORIOS, DE MODO QUE LOS TRAMOS SE DEBEN UNIR POR MEDIO DE ACCESORIOS DE UNIÓN ESPECIALES.

132 CONDUCTORES ELECTRICOS Y CANALIZACIONES

LES Y EN EL FONDO.

EN LA FIGURA SIGUIENTE SE MUESTRAN ALGUNOS TIPOS DE CAJAS DE CONEXIÓN.





CAJAS DE CONEXION

CAJAS Y ACCESORIOS PARA CANALIZACION CON TUBO CONDUIT 133

DIMENSIONES DE CAJAS DE CONEXION

TIPO RECTANGULAR: 6 x 10 CM DE BASE POR 3,8 CM DE PROFUNDIDAD CON PERFORACIONES PARA TUBO CONDUIT DE 13 MM.

TIPO REDONDAS: DIÁMETRO DE 7,5 CM Y 3,6 CM DE PROFUNDIDAD CON PERFORACIONES PARA TUBO CONDUIT DE 13 MM.

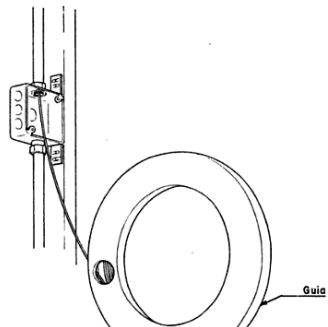
TIPO CUADRADAS: ESTAS CAJAS TIENEN DISTINTAS MEDIDAS Y SE DESIGNAN O CLASIFICAN DE ACUERDO CON EL DIÁMETRO DE SUS PERFORACIONES EN DONDE SE CONECTAN LOS TUBOS, DESIGNÁNDOSE ASÍ COMO CAJAS CUADRADAS DE 13, 19, 25, 32 MM, ETC.

EN LAS INSTALACIONES DENOMINADAS RESIDENCIALES O DE CASAS HABITACIÓN SE USAN CAJAS CUADRADAS DE 13 MM, QUE SON CAJAS DE 7,5 x 7,5 CM DE BASE CON 38 MM DE PROFUNDIDAD. EN ESTAS SÓLO SE SUJETAN TUBOS DE 13 MM (1/2 PLG.).

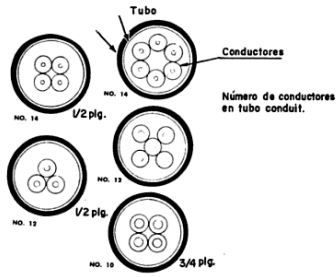
ÓTROS TIPOS DE CAJAS CUADRADAS COMO LA DE 19 MM TIENE BASE DE 10x10 CM CON PROFUNDIDAD DE 38 MM CON PERFORACIONES PARA 13MM Y 19 MM, LAS DE 25 MM SON DE 12 x 12 CM DE BASE CON 55 MM DE PROFUNDIDAD Y PERFORACIONES PARA TUBOS DE 13, 19 Y 25 MM.

AÚN CUANDO NO HAY UNA REGLA GENERAL PARA APLICACIONES DE LOS DISTINTOS TIPOS DE CAJAS, LA PRÁCTICA GENERAL ES USAR LA DE TIPO OCTAGONAL PARA SALIDAS DE ALUMBRADO (LÁMPARAS) Y LA RECTANGULAR Y CUADRADA PARA APAGADORES Y CONTACTOS. LAS CAJAS REDONDAS SON DE POCO USO EN LA ACTUALIDAD Y SE ENCUENTRAN MÁS BIEN EN INSTALACIONES UN POCO VIEJAS.

134 CONDUCTORES ELECTRICOS Y CANALIZACIONES



ALAMBRADO EN TUBO CONDUIT Y SALIDA POR CAJA



CAJAS Y ACCESORIOS PARA CANALIZACION CON TUBO CONDUIT 137

CARACTERÍSTICAS DE CONDUIT

mm.	E	C	LB	LL	LR	LF	L	m.m.
12.7	E37 M	C37 M	LB37 M	LL37 M	LR37 M	LF37 M	L37 M	12.7
25.4	E57 M	C57 M	LB57 M	LL57 M	LR57 M	LF57 M	L57 M	25.4
31.8	E67 M	C67 M	LB67 M	LL67 M	LR67 M	LF67 M	L67 M	31.8
50.8	E87 M	C87 M	LB87 M	LL87 M	LR87 M	LF87 M	L87 M	50.8
53.5	E87 M	C87 M	LB87 M	LL87 M	LR87 M	LF87 M	L87 M	53.5
101.6	E107 M	C107 M	LB107 M	LL107 M	LR107 M	LF107 M	L107 M	101.6

mm.	T	TB	Y	LBD	TAPA GIEGA	EMPAQUES	NEOPRENO
12.7	T17 M	TB17 M	Y17 M	LBD17 M	170 FM	GASK 577 NM	GASK 577 NM
25.4	T37 M	TB37 M	Y37 M	LBD37 M	370 FM	GASK 572 NM	GASK 572 NM
31.8	T47 M	TB47 M	Y47 M	LBD47 M	470 FM	GASK 572 NM	GASK 572 NM
50.8	T67 M	TB67 M	Y67 M	LBD67 M	670 FM	GASK 572 NM	GASK 572 NM
53.5	T67 M	TB67 M	Y67 M	LBD67 M	670 FM	GASK 572 NM	GASK 572 NM
88.9	T87 M	TB87 M	Y87 M	LBD87 M	870 FM	GASK 572 NM	GASK 572 NM
101.6	T107 M	TB107 M	Y107 M	LBD107 M	1070 FM	GASK 572 NM	GASK 572 NM

mm.	F31 M	F32 M	F33 M	F34 M	F35 M	F36 M	F37 M	F38 M	F39 M	F40 M	F41 M	F42 M	F43 M	F44 M	F45 M	F46 M	F47 M	F48 M	F49 M	F50 M	F51 M	F52 M	F53 M	F54 M	F55 M	F56 M	F57 M	F58 M	F59 M	F60 M
12.7	F31 M	F32 M	F33 M	F34 M	F35 M	F36 M	F37 M	F38 M	F39 M	F40 M	F41 M	F42 M	F43 M	F44 M	F45 M	F46 M	F47 M	F48 M	F49 M	F50 M	F51 M	F52 M	F53 M	F54 M	F55 M	F56 M	F57 M	F58 M	F59 M	F60 M
25.4	F31 M	F32 M	F33 M	F34 M	F35 M	F36 M	F37 M	F38 M	F39 M	F40 M	F41 M	F42 M	F43 M	F44 M	F45 M	F46 M	F47 M	F48 M	F49 M	F50 M	F51 M	F52 M	F53 M	F54 M	F55 M	F56 M	F57 M	F58 M	F59 M	F60 M
31.8	F31 M	F32 M	F33 M	F34 M	F35 M	F36 M	F37 M	F38 M	F39 M	F40 M	F41 M	F42 M	F43 M	F44 M	F45 M	F46 M	F47 M	F48 M	F49 M	F50 M	F51 M	F52 M	F53 M	F54 M	F55 M	F56 M	F57 M	F58 M	F59 M	F60 M
50.8	F31 M	F32 M	F33 M	F34 M	F35 M	F36 M	F37 M	F38 M	F39 M	F40 M	F41 M	F42 M	F43 M	F44 M	F45 M	F46 M	F47 M	F48 M	F49 M	F50 M	F51 M	F52 M	F53 M	F54 M	F55 M	F56 M	F57 M	F58 M	F59 M	F60 M
53.5	F31 M	F32 M	F33 M	F34 M	F35 M	F36 M	F37 M	F38 M	F39 M	F40 M	F41 M	F42 M	F43 M	F44 M	F45 M	F46 M	F47 M	F48 M	F49 M	F50 M	F51 M	F52 M	F53 M	F54 M	F55 M	F56 M	F57 M	F58 M	F59 M	F60 M
88.9	F31 M	F32 M	F33 M	F34 M	F35 M	F36 M	F37 M	F38 M	F39 M	F40 M	F41 M	F42 M	F43 M	F44 M	F45 M	F46 M	F47 M	F48 M	F49 M	F50 M	F51 M	F52 M	F53 M	F54 M	F55 M	F56 M	F57 M	F58 M	F59 M	F60 M
101.6	F31 M	F32 M	F33 M	F34 M	F35 M	F36 M	F37 M	F38 M	F39 M	F40 M	F41 M	F42 M	F43 M	F44 M	F45 M	F46 M	F47 M	F48 M	F49 M	F50 M	F51 M	F52 M	F53 M	F54 M	F55 M	F56 M	F57 M	F58 M	F59 M	F60 M

138 CONDUCTORES ELÉCTRICOS Y CANALIZACIONES

2.5.2.- Ductos.

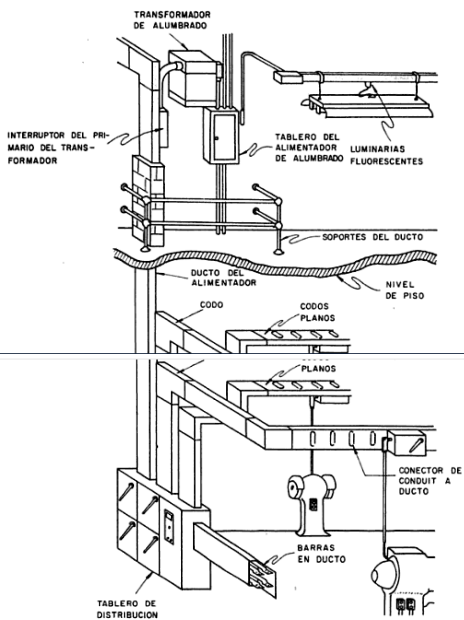
LOS DUCTOS SON OTROS MEDIOS DE CANALIZACIÓN DE CONDUCTORES ELÉCTRICOS QUE SE USAN SÓLO EN LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS VISIBLES DEBIDO A QUE NO SE PUEDEN MONTAR EMBUTIDOS EN PARED O DENTRO DE LAZOS DE CONCRETO. SE FABRICAN DE CANALES DE LÁMINA DE ACERO DE SECCIÓN CUADRADA O RECTANGULAR CON TAPAS ATORNILLADAS Y SU APLICACIÓN SE ENCUENTRA EN INSTALACIONES INDUSTRIALES Y LABORATORIOS.

LOS CONDUCTORES SE LLEVAN DENTRO DE LOS DUCTOS EN FORMA SIMILAR AL CASO DE LOS TUBOS CONDUIT Y SE PUEDEN USAR PARA CIRCUITOS ALIMENTADORES Y CIRCUITOS DERIVADOS Y SU USO NO ESTÁ RESTRINGIDO YA QUE SE PUEDE EMPLEAR TAMBIÉN A EDIFICIOS MULTIFAMILIARES Y DE OFICINAS, SU INSTALACIÓN REQUIERE DE ALGUNAS PRECAUCIONES COMO POR EJEMPLO, QUE NO EXISTAN TUBERÍAS DE AGUA CERCANAS, O BIEN SE RESTRINGE SU USO EN ÁREAS CATALOGADAS COMO PELIGROSAS.

LOS DUCTOS OFRECEN VENTAJAS EN COMPARACIÓN CON LOS TUBOS CONDUIT DEBIDO A QUE OFRECEN MAYOR ESPACIO PARA ALOJAR CONDUCTORES Y SON MÁS FÁCILES DE ALAMBRAR ESTO EN SISTEMAS MENORES - DE DISTRIBUCIÓN EN DONDE POR UN MISMO DUCTO SE PUEDEN TENER CIRCULOS MÚLTIPLES, OFRECIENDO ADEMÁS LA VENTAJA DE SER FÁCIL DE ALAMBRAR, TENIÉNDOSE UN MEJOR APROVECHAMIENTO DE LA CAPACIDAD CONDUCTIVA DE LOS CONDUCTORES AL TENER MEJOR DISIPACIÓN DE CALOR. TIENEN LA DESVENTAJA DE QUE REQUIEREN DE MAYOR MANTENIMIENTO.

SE PERMITEN UN MÁXIMO DE 30 CONDUCTORES HASTA OCUPAR UN 20% DEL INTERIOR DEL DUCTO, EN EL CASO DE EMPALMES O DERIVACIONES PUEDE SER HASTA UN 75%. EN LA SIGUIENTE TABLA SE MUESTRA COMPARATIVAMENTE LA CAPACIDAD DE CONDUCCIÓN DE CORRIENTE CON RESPECTO AL TUBO CONDUIT.

CAJAS Y ACCESORIOS PARA CANALIZACIÓN CON TUBO CONDUIT 139



APLICACION DE DUCTOS ELECTRICOS

APENDICE DE TABLAS DEL CAPITULO 2 157

NOTAS RELATIVAS A LA TABLA ANTERIOR.

- 1.- EL FACTOR DE CORRECCIÓN POR TEMPERATURA PARA LA RESISTENCIA ÓHMICA ES DE 0.34 POR °C.
- 2.- PARA CONDUCTORES EN DUCTO DE ACERO, Ó CON ARMADURAS DE ACERO, LA RESISTENCIA AUMENTA EN 25%, POR LO TANTO MULTIPLÍQUESE - LOS VALORES POR 1.25
- 3.- LOS VALORES DE LA REACTANCIA MÍNIMA SE APLICAN PARA CONDUCTORES JUNTOS DENTRO DE UN TUBO CONDUIT O DUCTO. LOS VALORES - DE LA REACTANCIA MÁXIMA SE APLICAN PARA CONDUCTORES SEPARADOS, EN INSTALACIONES AÉREAS, O EN MENSULAS EN GALERÍAS DE CONDUCTORES.

CONDUCTORES.

4.- PARA 50 CICLOS, LOS VALORES DE LA REACTANCIA DEBEN MULTIPLICARSE POR 5/6.

168 CONDUCTORES ELECTRICOS Y CANALIZACIONES

TABLA 2.5

DIMENSIONES DE LOS CONDUCTORES ELECTRICOS DESNUDOS

CALIBRE	SECCION		DIAMETRO	
	A. U. G. K. C. M.	C. M. MM ²	PULGS.	MM
20	1022	0.5176	0.03196	0.812
18	1624	0.8232	0.04030	1.024
16	2583	1.3090	0.05082	1.291
14	4107	2.0810	0.06408	1.628
12	6530	3.3090	0.08081	2.053
10	10380	5.2610	0.1019	2.588
8	16510	8.3670	0.1285	3.264
6	26250	13.3030	0.1620	4.115
4	41740	21.1480	0.2043	5.189
3	52630	26.6700	0.2294	5.827

CALIBRE	SECCION		DIAMETRO	
	A. U. G. K. C. M.	C. M. MM ²	PULGS.	MM
20	1022	0.5176	0.03196	0.812
18	1624	0.8232	0.04030	1.024
16	2583	1.3090	0.05082	1.291
14	4107	2.0810	0.06408	1.628
12	6530	3.3090	0.08081	2.053
10	10380	5.2610	0.1019	2.588
8	16510	8.3670	0.1285	3.264
6	26250	13.3030	0.1620	4.115
4	41740	21.1480	0.2043	5.189
3	52630	26.6700	0.2294	5.827
2	66370	33.6320	0.2576	6.543
1	83690	42.4060	0.2893	7.348
0	105500	53.4770	0.3249	8.252
00	133100	67.4190	0.3648	9.266
000	167800	85.0320	0.4096	10.403
0000	211600	107.2250	0.4600	11.684

KCM = MILES DE CIRCULAR

APENDICE DE TABLAS DEL CAPITULO 2 159

Continuación de la Tabla 2.5

CALIBRE	SECCION		DIAMETRO	
	A. U. G. K. C. M.	C. M. MM ²	PULGS.	MM
250		126.644	0.575	14.605
300		151.999	0.630	16.002
350		177.354	0.681	17.297
400		202.709	0.728	18.491
500		253.354	0.814	20.675
600		303.999	0.893	22.682
700		354.708	0.964	24.685
800		405.160	1.031	26.187
750		379.837	0.998	25.349
900		455.805	1.093	27.762
1000		506.450	1.152	29.260
1250		633.063	1.289	32.741
1500		759.677	1.412	35.865
1750		886.286	1.526	38.760

CALIBRE	SECCION		DIAMETRO	
	A. W. G. K. C. M.	C. M. MM ²	PULG.	MM
250		126.644	0.575	14.605
300		151.999	0.630	16.002
350		177.354	0.681	17.297
400		202.709	0.728	18.491
500		253.354	0.814	20.675
600		303.999	0.893	22.682
700		354.708	0.964	24.685
800		405.160	1.031	26.187
750		379.837	0.998	25.349
900		455.805	1.093	27.762
1000		506.450	1.152	29.260
1250		633.063	1.289	32.741
1500		759.677	1.412	35.865
1750		886.286	1.526	38.760
2000		1012.901	1.631	41.427

162 CONDUCTORES ELECTRICOS Y CANALIZACIONES

TABLA 2.7

CAPACIDAD DE CORRIENTE DE CONDUCTORES DE COBRE BASADA EN UNA TEMPERATURA AMBIENTE DE 30° C.

CALIBRE	TIPO UF T.W., T.WH, UF 60° C				VINANEL 900 RH, RUV, V 75° C			
	1 a 3 CONDOS. TUBO	4 a 6 CONDOS. TUBO	6 a 9 CONDOS. TUBO	1 CONDOS. AIRE	1 a 3 CONDOS. TUBO	4 a 6 CONDOS. TUBO	6 a 9 CONDOS. TUBO	1 CONDOS. AIRE
14	15	12	10	20	15	12	10	20
12	20	16	14	25	20	16	14	25
10	30	24	21	40	30	24	21	40
8	40	32	28	55	45	36	31	65
6	55	44	38	80	65	52	45	95
4	70	56	49	105	85	68	59	125
2	95	76	66	140	115	92	80	170
12	20	16	14	25	20	16	14	25
10	30	24	21	40	30	24	21	40
8	40	32	28	55	45	36	31	65
6	55	44	38	80	65	52	45	95
4	70	56	49	105	85	68	59	125
2	95	76	66	140	115	92	80	170
0	125	100	87	195	150	120	105	230
00	145	116	110	225	175	140	122	265
000	165	132	115	260	200	160	140	310
0000	195	156	132	300	230	184	161	360
250	215	172	150	340	255	204	178	405
300	240	192	168	375	285	228	199	445
350	260	208	182	420	310	248	217	505
400	280	224	196	455	335	268	234	545
500	320	256	224	515	380	304	266	600

APENDICE DE TABLAS DEL CAPITULO 2 163

CONTINUACION DE LA TABLA 2.7

CALIBRE	TIPO TW, T, TWH, UF 60° C				VINANEL 900 RH, RUV, V 75° C			
	1 a 3 CONDOS. TUBO	4 a 6 CONDOS. TUBO	6 a 9 CONDOS. TUBO	1 CONDOS. AIRE	1 a 3 CONDOS. TUBO	4 a 6 CONDOS. TUBO	6 a 9 CONDOS. TUBO	1 CONDOS. AIRE
600	355	284	248	575				
750	400	320	280	655				
1000	455	364	318	780				
1250	495	396	346	890				
1500	520	416	364	980				
1750	545	436	382	1070				
2000	560	448	392	1155				
TEMP. °C	FACTOR DE CORRECCION PARA TEMPERATURA AMBIENTE MAYOR DE 30 °C.							

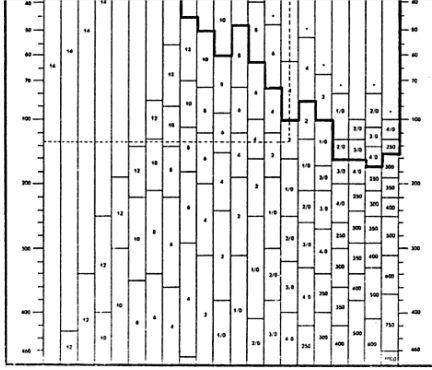


TABLA 2.18
CARACTERISTICAS DE APLICACION DE CONDUCTORES

ANTILLAMA 60 (TW) Y VINANEL ANTILLAMA 90

CALIBRE AWG O MCM	ANTILLAMA 60 (TW) 60°C 600V				VINANEL ANTILLAMA 90 (TW) 90°C 600V			
	I AMPERES		DIAMETRO EXTERIOR NOMINAL (Pulg)	PESO Kg/Km	I AMPERES		DIAMETRO EXTERIOR NOMINAL (Pulg)	PESO Kg/Km
	CONDUCIT 1 A 3 CONDUCT.	AIRE LIBRE (CHAROLA) CONDUCTOR	(1)	(2)	CONDUCIT (1-3 CONDU)	AIRE LIBRE (CHAROLA) CONDUCTOR	(1)	(2)
20	3	3	.088	9.3				
18	5	5	.098	12.9				
16	8	8	.107	18.4				
14	15	20	.1356	29.2	15	25	20	30
12	20	25	.1546	42.5	20	30	25	40
10	30	40	.1786	63	30	40	40	55
8	40	55	.240	105.3	45	50	65	70
6	55	80	.309	170.4	65	70	95	100
4	70	105	.357	252.9	85	90	125	135
2	95	140	.417	380.9	115	120	170	180
1/0	125	195	.537	606.3	150	155	230	245
2/0	145	225	.583	747.1	175	185	265	285
3/0	165	260	.634	922.5	200	210	310	330

CALIBRE AWG O MCM	ANTILLAMA 60 (TW) 60°C 600V				VINANEL ANTILLAMA 90 (TW) 90°C 600V			
	I AMPERES		DIAMETRO EXTERIOR NOMINAL (Pulg)	PESO Kg/Km	I AMPERES		DIAMETRO EXTERIOR NOMINAL (Pulg)	PESO Kg/Km
	CONDUCIT 1 A 3 CONDUCT.	AIRE LIBRE (CHAROLA) CONDUCTOR	(1)	(2)	CONDUCIT (1-3 CONDU)	AIRE LIBRE (CHAROLA) CONDUCTOR	(1)	(2)
20	3	3	.088	9.3				
18	5	5	.098	12.9				
16	8	8	.107	18.4				
14	15	20	.1356	29.2	15	25	20	30
12	20	25	.1546	42.5	20	30	25	40
10	30	40	.1786	63	30	40	40	55
8	40	55	.240	105.3	45	50	65	70
6	55	80	.309	170.4	65	70	95	100
4	70	105	.357	252.9	85	90	125	135
2	95	140	.417	380.9	115	120	170	180
1/0	125	195	.537	606.3	150	155	230	245
2/0	145	225	.583	747.1	175	185	265	285
3/0	165	260	.634	922.5	200	210	310	330
4/0	195	300	.692	1143.1	230	235	360	385
250				255	270	405	425	769
300				285	300	445	480	824
350				310	325	505	530	975
400				335	360	545	575	922
500				380	405	620	660	1,007
600				420	455	690	740	1,117
750				475	500	785	845	1,222
1000				545	585	935	1000	1,376

CABLE VULCANEL XLP, TIPO RHW-RHI, 600 VOLTS

CABLE VULCANEL XLP, TIPO RHW-RHI, 600 VOLTS

CALIBRE AWG O MCM	DIAMETROS		PESO Kg./Km.	Capacidad de conducción de corriente (AMPÉRÉS)			
	Conductor	Exterior		Hasta 3 cables en ducto o directamente enterrados		en charolas y al aire libre	
	mm	mm		a 75°C	a 90°C	a 75°C	a 90°C
14	1.6	4.0	30	16	16	20	20
12	2.0	4.4	40	22	21	25	25
10	2.6	4.9	65	33	32	40	40
8	3.7	6.8	102	55	59	70	80
6	4.3	7.4	156	71	81	95	105
4	5.4	8.5	234	93	102	125	140
2	6.8	9.9	356	126	140	170	190
1/0	8.6	12.7	560	165	183	230	260
2/0	9.6	13.7	692	192	210	265	300
3/0	10.8	14.9	853	220	243	310	350
4/0	12.1	16.2	1098	253	280	360	405
250	13.3	18.2	1278	280	313	405	455
300	14.5	19.5	1514	313	345	455	505
400	16.7	21.7	2000	369	410	545	615
500	18.8	23.7	2562	418	466	620	700
750	23.2	28.9	3715	522	577	785	885
1000	26.9	32.6	4905	599	664	935	1055

TABLA 2.19

FACTORES DE CAIDA DE TENSION UNITARIA
MILVOLTS/AMPER-METRO (Fc)

Calibre AWG o MCM	MONOFASICO		BIFASICO		TRIFASICO	
	CONDUIT'		CONDUIT'		CONDUIT'	
	Metálico	No Metálico	Metálico	No Metálico	Metálico	No Metálico
14	21.54	21.54	10.77	10.77	18.65	18.65
12	13.56	13.56	6.78	6.78	11.74	11.74
10	8.52	8.52	4.26	4.26	7.38	7.38
8	5.36	5.36	2.68	2.68	4.64	4.64
6	3.37	3.37	1.69	1.69	2.92	2.92
4	2.12	2.12	1.06	1.06	1.84	1.84
2	1.35	1.33	0.68	0.67	1.18	1.16
1/0	0.86	0.84	0.43	0.42	0.74	0.73
2/0	0.68	0.67	0.34	0.34	0.59	0.59
3/0	0.55	0.53	0.28	0.27	0.48	0.47
4/0	0.44	0.42	0.22	0.21	0.38	0.36
250	0.38	0.36	0.19	0.18	0.33	0.31
300	0.32	0.30	0.16	0.15	0.28	0.26
350	0.27	0.26	0.14	0.13	0.24	0.23
400	0.24	0.22	0.12	0.11	0.21	0.19
500	0.20	0.18	0.10	0.09	0.17	0.16

FACTORES DE CAIDA DE TENSION UNITARIA
MILVOLTS/AMPER-METRO (Fc)

Calibre AWG o MCM	MONOFASICO		BIFASICO		TRIFASICO	
	CONDUIT'		CONDUIT'		CONDUIT'	
	Metálico	No Metálico	Metálico	No Metálico	Metálico	No Metálico
14	21.54	21.54	10.77	10.77	18.65	18.65
12	13.56	13.56	6.78	6.78	11.74	11.74
10	8.52	8.52	4.26	4.26	7.38	7.38
8	5.36	5.36	2.68	2.68	4.64	4.64
6	3.37	3.37	1.69	1.69	2.92	2.92
4	2.12	2.12	1.06	1.06	1.84	1.84
2	1.35	1.33	0.68	0.67	1.18	1.16
1/0	0.86	0.84	0.43	0.42	0.74	0.73
2/0	0.68	0.67	0.34	0.34	0.59	0.59
3/0	0.55	0.53	0.28	0.27	0.48	0.47
4/0	0.44	0.42	0.22	0.21	0.38	0.36
250	0.38	0.36	0.19	0.18	0.33	0.31
300	0.32	0.30	0.16	0.15	0.28	0.26
350	0.27	0.26	0.14	0.13	0.24	0.23
400	0.24	0.22	0.12	0.11	0.21	0.19
500	0.20	0.18	0.10	0.09	0.17	0.16
600	0.17	0.15	0.09	0.08	0.16	0.14
750	0.14	0.12	0.07	0.06	0.12	0.10
1000	0.12	0.09	0.06	0.05	0.10	0.09

$$\% e = \frac{F_c \times L \times I}{10 \times V_n}$$

$$\% e = \frac{F_c \times L \times I}{10 \times V_n}$$

L= Longitud del circuito en metros
 Fc=Factor de caída de voltaje en volts.
 I= Corriente en amperas
 %e=Porcentaje de caída de voltaje

TABLA 2.21

CARGAS 440 V TRIFASICAS 3% DE CAIDA DE TENSION

HP	1.5	2.4	1	1.52	2	3	5	7.5	10	15	20	30	40	60	75	100	150	200	HP	
kw	1.1	1.8	1.5	1.8	2.4	4	6.1	7.4	11	14.3	21.4	28.4	34.4	41.4	51	67.8	84.4	112	kw	
I amp	1.3	1.8	2.3	3.1	4.1	5.8	8.1	10.8	14.9	20	28.3	38	48	59	74	94	114	154	203	268
CALIBRES AWG o MCM																				

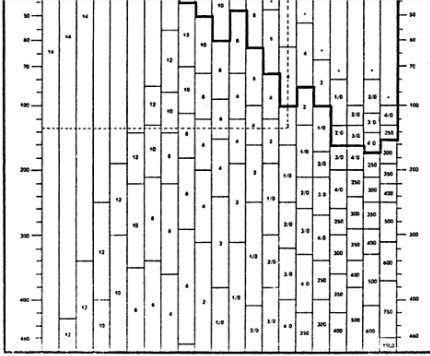
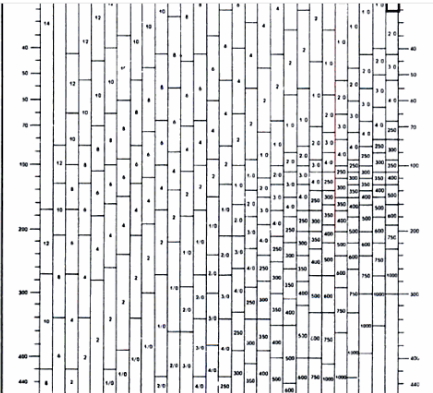
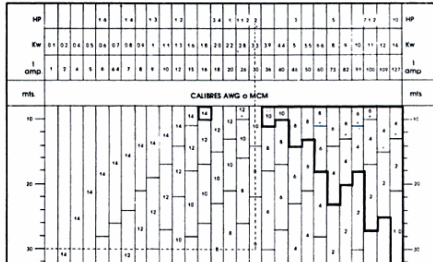


TABLA 2.22

CARGAS 110 V MONOFASICAS 3% DE CAIDA DE TENSION



180 CONDUCTORES ELECTRICOS Y CANALIZACIONES

NOTAS RELATIVAS A LAS TABLAS ANTERIORES

- 1.- Las corrientes de los motores consideran la eficiencia de los mismos
- 2.- Se entra a la tabla con la corriente del motor y la longitud del circuito derivado y en el cuerpo se encuentra el calibre del conductor.

Ejemplo...Un motor trifásico de 10 HP a 220 volta, instalado a 25 m. del centro de control de motores; para cumplir el requisito del 3% de caída de voltaje se debe alimentar con conductor N° 10 AWG.

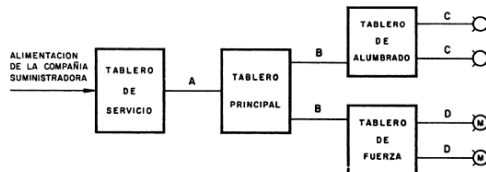
CAPÍTULO 3

CALCULO DE CIRCUITOS DERIVADOS Y ALIMENTADORES PARA ALUMBRADO Y MOTORES - ELECTRICOS:

3.1. LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS COMERCIALES E INDUSTRIALES BÁSICA - MENTE CONSISTEN DE ELEMENTOS PARA ALIMENTAR, CONTROLAR Y PROTE - GER DOS TIPOS DE CARGAS, ALUMBRADO Y FUERZA. LOS CONCEPTOS BÁS - COS PARA EL CÁLCULO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE ALUMBRADO O - CARGAS PEQUEÑAS DE FUERZA HAN SIDO TRATADOS CON SUFICIENTE DETA - LLE EN EL LIBRO ' EL ABC DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS RESIDEN - CIALES' DEL AUTOR, POR LO QUE EN ESTA PARTE SÓLO SE HARÁ UNA BRE - VE MENCIÓN A ESTE TEMA, ENFOCANDO MÁS HACIA LAS INSTALACIONES - ELÉCTRICAS DE ALUMBRADO EN OFICINAS Y COMERCIOS, PARA PONER MA -

YOR ATENCIÓN A ESTE TEMA, ENFOCANDO MÁS HACIA LAS INSTALACIONES - ELÉCTRICAS DE ALUMBRADO EN OFICINAS Y COMERCIOS, PARA PONER MA - YOR ATENCIÓN A LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE FUERZA.

EL CONCEPTO ELEMENTAL DE CIRCUITO DERIVADO Y ALIMENTADOR EN UNA - INSTALACIÓN ELÉCTRICA SE HA TRATADO EN EL CAPÍTULO 2 EN DONDE -- POR MEDIO DE UN DIAGRAMA DE BLOQUES SE HACE MENCIÓN A ESTA PARTE DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS, UN BREVE RESUMEN SE DA EN LA FI - GURA SIGUIENTE:



184 CALCULO DE CIRCUITOS DERIVADOS Y ALIMENTADORES

DE LA FIGURA ANTERIOR:

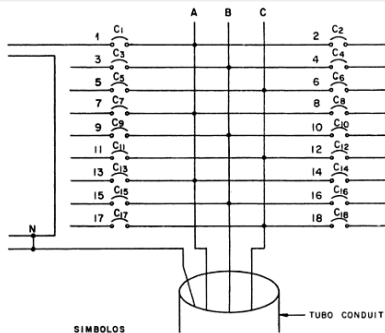
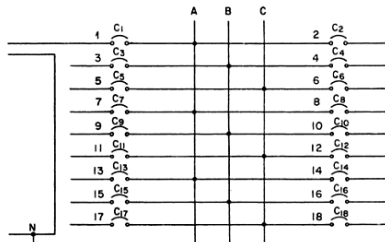
- A- REPRESENTA A LOS CONDUCTORES QUE LLEVAN LA POTENCIA DE LA - COMPAÑIA SUMINISTRADORA AL TABLERO PRINCIPAL.
- B- REPRESENTA A LOS CONDUCTORES QUE ALIMENTAN A LOS CIRCUITOS - DE ALUMBRADO Y FUERZA, DEL TABLERO PRINCIPAL.
- C- SON LOS "CIRCUITOS DERIVADOS" DEL TABLERO DE ALUMBRADO A LAS CARGAS DE ALUMBRADO.
- D- SON LOS "CIRCUITOS DERIVADOS" DEL TABLERO DE FUERZA A LAS - CARGAS DE FUERZA (MOTORES).

LA ALIMENTACION DE ALUMBRADO A EDIFICIOS DE DEPARTAMENTOS, CEN - TROS COMERCIALES O EDIFICIOS DE OFICINAS SE HACE NORMALMENTE DE UN SISTEMA TRIFÁSICO, PARA LO CUAL SE PUEDE HACER USO DE TABLE - ROS DE ALUMBRADO QUE CONSISTEN BASICAMENTE DE TRES BARRAS DE CO

UN SISTEMA TRIFÁSICO, PARA LO CUAL SE PUEDE HACER USO DE TABLE - ROS DE ALUMBRADO QUE CONSISTEN BASICAMENTE DE TRES BARRAS DE CO BRE MONTADAS EN UNA CAJA METALICA AISLADA USANDO UN NEUTRO COMO REFERENCIA.

ESTOS TABLEROS SE DENOMINAN POR LO GENERAL "TABLEROS DE ALUMBRA - DO" AUN CUANDO LAS RAMAS O CIRCUITOS QUE SALEN DE ESTE NO SEAN - SIEMPRE PARA ALIMENTAR ALUMBRADO YA QUE SE PUEDEN ALIMENTAR CAR - GAS PEQUEÑAS QUE SE CONECTAN EN CONTACTOS.

EL DIAGRAMA ELEMENTAL DE ESTOS TABLEROS DE ALUMBRADO TRIFASICO ES EL QUE SE MUESTRA A CONTINUACION.



- SIMBOLOS**
- INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO
 - C_1 — CIRCUITO 1
 - INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO
 - C_1 — CIRCUITO 1
 - — PUNTO DE CONEXION

DIAGRAMA SIMPLIFICADO DE UN TABLERO DE ALUMBRADO

Material protegido por derechos de autor

186 CALCULO DE CIRCUITOS DERIVADOS Y ALIMENTADORES

3.2 **CIRCUITOS DERIVADOS:** EXISTE UNA CLASIFICACION PARA LOS DISTINTOS TIPOS DE CIRCUITOS DERIVADOS TÍPICOS Y LAS REGLAS DE REGLAMENTO DE OBRA E INSTALACIONES ELECTRICAS (NORMAS TECNICAS) ESTAN ORIENTADAS HACIA LOS METODOS DE CALCULO DE ESTOS CIRCUITOS.

DE ACUERDO CON LAS NORMAS TECNICAS PARA INSTALACIONES ELECTRICAS (SECCION 101) DE MEXICO, UN CIRCUITO DERIVADO SE DEFINE COMO: - EL CONJUNTO DE LOS CONDUCTORES Y DEMAS ELEMENTOS DE CADA UNO DE LOS CIRCUITOS QUE SE EXTIENDEN DESDE LOS ULTIMOS DISPOSITIVOS DE PROTECCION CONTRA SOBRE CORRIENTE EN DONDE TERMINA EL CIRCUITO ALIMENTADOR, HACIA LAS SALIDAS DE LAS CARGAS.

LA "SALIDA" EN UNA INSTALACION ELECTRICAS DE UTILIZACION ES LA --

LA "SALIDA" EN UNA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UTILIZACIÓN ES LA -- CAJA DE CONEXIONES DE LA CUAL SE TOMA LA ALIMENTACIÓN PARA UNA -- O VARIAS CARGAS ELÉCTRICAS DETERMINADAS TALES COMO LAS DE LUMINARIAS, MOTORES, CONTACTOS, ETC.

3.2.1. APLICACION.

ESTA SECCIÓN SE APLICA A LOS CIRCUITOS DERIVADOS QUE ALIMENTAN -- UNIDADES DE ALUMBRADO, APARATOS DOMÉSTICOS Y COMERCIALES O A COMBINACIONES DE ESTAS CARGAS, EN INSTALACIONES DE UTILIZACIÓN DE -- BAJA TENSIÓN.

3.2.2. CLASIFICACION.

LOS CIRCUITOS DERIVADOS SE CLASIFICAN DE ACUERDO CON LA CAPACIDAD O AJUSTE DE SU DISPOSITIVO DE PROTECCIÓN CONTRA SOBRECORRIEN-

CIRCUITOS DERIVADOS 187

TE, EL CUAL DETERMINA LA CAPACIDAD NOMINAL DEL CIRCUITO, AUNQUE POR ALGUNA RAZÓN SE USARAN CONDUCTORES DE MAYOR CAPACIDAD.

CON RELACION A LAS NORMAS TÉCNICAS PARA INSTALACIONES ELÉCTRICAS SE DEBEN ADOPTAR LAS SIGUIENTES RECOMENDACIONES:

3.2.3. IDENTIFICACION DE CONDUCTORES O TERMINALES QUE SE CONECTAN A -- TIERRA:

GENERAL. SE RECOMIENDA QUE CUANDO LOS SISTEMAS DE CANALIZACIÓN INTERIORES TENGAN UN CONDUCTOR CONECTADO A TIERRA SE IDENTIFIQUE DICHO CONDUCTOR CONTINUAMENTE A TODO LO LARGO DEL SISTEMA CON UN COLOR BLANCO O GRIS.

COLOR BLANCO O GRIS.

CONEXIONES A PORTALAMPARAS. CUANDO UN CONDUCTOR CONECTADO A TIERRA ALIMENTA A UN PORTALAMPARAS, DEBERÁ CONECTARSE EL CASQUILLO-ROSCADO EN EL QUE SE ATORNILLA LA LÁMPARA.

ÉSTO NO SE APLICA A CASQUILLOS ROSCADOS QUE SIRVAN COMO PORTAFUSIBLES.

IDENTIFICACION DE TERMINALES.

EN TODOS LOS DISPOSITIVOS PROVISTOS DE TERMINALES PARA CONEXIÓN DE CONDUCTORES DEBERÁN MARCARSE CLARAMENTE LAS TERMINALES PARA -- INDICAR A QUE CONDUCTOR DEBEN CONECTARSE, SALVO LOS CASOS EN QUE SEA INDIFERENTE O EVIDENTE A DONDE DEBE CONECTARSE CADA UNA DE --

CIRCUITOS DERIVADOS PARA ALUMBRADO 197

Nº. DE CIRCUITOS DERIVADOS = 23,62 o 24 CIRCUITOS

EL NÚMERO DE LÁMPARAS POR CIRCUITO ES:

$$\begin{aligned} \text{Nº. LÁMPARAS POR CIRCUITO} &= \frac{\text{CAPACIDAD DE CADA CIRCUITO EN WATTS}}{\text{WATTS POR LÁMPARA}} \\ &= \frac{2540}{150} \\ &= 16,93 \text{ o } 17 \text{ LÁMPARAS} \end{aligned}$$

COMO VERIFICACION SE PUEDE HACER:

$$\text{LA CORRIENTE POR LÁMPARA} = \frac{150}{127} = 1,181 \text{ AMPERES.}$$

$$\text{LA CORRIENTE POR LÁMPARA} = \frac{20}{127} = 1.181 \text{ AMPERES.}$$

$$\begin{aligned} \text{No. DE LÁMPARAS/CIRCUITO} &= \\ \frac{\text{CORRIENTE POR CIRCUITO}}{\text{CORRIENTE/LÁMPARA}} &= \frac{20}{1.181} = 16.93 \text{ o } 17 \text{ LÁMPARAS} \end{aligned}$$

- b) PARA CARGAS ESPECÍFICAS COMO SALIDAS PARA LAVADORAS O AIRE-ACONDICIONADO 1.5 AMPERES POR CADA 50 CENTÍMETROS SE USAN - CIRCUITOS DE 15 AMPERES O 20 AMPERES.

EJEMPLO-3.2

UN PEQUEÑO EDIFICIO DE DEPARTAMENTOS TIENE LAS SIGUIENTES CARGAS CONECTADAS:

- a) UNA CARGA DE 10 kW PARA ALUMBRADO INCANDESCENTE.
b) UNA CARGA DE 8 kW DE ALUMBRADO FLUORESCENTE QUE DEBE SER --

198 CÁLCULO DE CIRCUITOS DERIVADOS Y ALIMENTADORES

ALIMENTADA POR CIRCUITOS DE 30 AMPERES.

- c) UNA ACCESORIA QUE TIENE UN APARADOR DE 3.0 M.
d) 100 CONTACTOS DOBLES (DUPLEX) CONTINUOS

SI LAS CARGAS SE CONSIDERAN CONTINUAS, CALCULAR EL NÚMERO DE -- CIRCUITOS DERIVADOS NECESARIOS, SUPONIENDO QUE SE USAN CIRCUITOS DE 20 AMPERES, EXCEPTO PARA LA CARGA DE ALUMBRADO FLUORESCENTE. EL VOLTAJE DE ALIMENTACION ES DE 127 VOLTS.

SOLUCION.

PARA EL ALUMBRADO.

CONSIDERANDO UN 25% POR CARGA CONTINUA O FUTURA A 20 A.

$$\text{No. DE CIRCUITOS} = \frac{1.25 \times 10.000}{20 \times 127} = 4.92 \text{ o } 5 \text{ CIRCUITOS}$$

PARA EL ALUMBRADO DE APARADORES (ACCESORIA)

$$\begin{aligned} \text{No. DE CIRCUITOS} &= \frac{\text{WATTS/M} \times \text{LONGITUD (M)}}{20 \times 127} \\ &= \frac{650 \times 3}{20 \times 127} = 0.77 \text{ o } 1 \text{ CIRCUITO} \end{aligned}$$

CONTACTOS.

$$\begin{aligned} \text{No. DE CIRCUITOS} &= \frac{1.25 \times 180 \text{ WATTS/SALIDA} \times 100}{20 \text{ A} \times 127 \text{ V}} \\ &= 8.85 \text{ o } 9 \text{ CIRCUITOS} \end{aligned}$$

CAIDA DE VOLTAJE PARA ALIMENTADORES DE ALUMBRADO 199

LÁMPARAS FLUORESCENTES ALIMENTADAS A 30 A.

$$\text{No. DE CIRCUITOS} = \frac{1.25 \times 8000}{30 \times 127} = 2.62 \text{ A } 3 \text{ CIRCUITOS.}$$

3.5 CAIDA DE VOLTAJE PARA ALIMENTADORES DE ALUMBRADO.

EN LA CONSTRUCCION DE EDIFICIOS HABITACIONALES, DE OFICINAS O - BIEN DE ÁREAS INDUSTRIALES, LOS TABLEROS DE ALUMBRADO SE LOCALI- ZAN DENTRO DE LOS NUEVOS O COLUMNAS O BIEN EN TABLEROS GENERA- LES CERRADOS Y PUEDEN QUEDAR EN ALGUNAS OCASIONES RELATIVAMENTE DISTANTES DE LAS CARGAS, DEBIDO A ESTO SE DEBE TOMAR EN CONSIDERACION LA MÁXIMA CAIDA DE VOLTAJE PERMISIBLE.

SI SE TOMA EN CONSIDERACION QUE LAS NORMAS TÉCNICAS PARA INSTALACIONES ELÉCTRICAS LIMITAN LA CAIDA DE VOLTAJE A UN TOTAL DE 5 PORCIENTO POR ALIMENTADOR MAS EL ALUMBRADO DEL CIRCUITO DERIVA-

LACIONES ELECTRICAS LIMITAN LA CAIDA DE VOLTAJE A UN TOTAL DE 3 PORCIENTO POR ALIMENTADOR MAS EL ALAMBRADO DEL CIRCUITO DERIVADO Y 3 PORCIENTO MAXIMO PERMITIDO POR CADA ALIMENTADOR O CIRCUITO DERIVADO HASTA ALCANZAR EL TOTAL.

A MENOR LONGITUD DEL CONDUCTOR Y A MAYOR SECCION DEL MISMO, LA CAIDA DE VOLTAJE (IR) ES MENOR, ESTO SE REFLEJA EN MENOR COSTO DE OPERACION Y LOS SUBSECUENTES AHORROS DEBIDO A LAS MENORES PERDIDAS R^2 EN LOS CONDUCTORES.

POR EJEMPLO, SI EN UN CIRCUITO DE 127 VOLTS MONOFASICOS, DIMENSIONADO PARA 15A, SE CONDUCE 12A CONTINUOS A PLENA CARGA (QUE ES UNA SUPOSICION GENERAL), LA PRACTICA GENERAL ES LIMITAR LA LONGITUD DE LA TRAYECTORIA A UNOS 18 METROS, PARA LONGITUDES DE TRAYECTORIAS A LA CARGA MAS GRANDES, HASTA UNOS 27 METROS POR

202 CALCULO DE CIRCUITOS DERIVADOS Y ALIMENTADORES

- TIPO DE CARCAZA Y CONDICIONES AMBIENTALES.
- REQUERIMIENTOS DE MANTENIMIENTO Y ACCESIBILIDAD.
- FRECUENCIA DEL SISTEMA DEL CUAL SE VA A ALIMENTAR.
- NÚMERO DE FASES.

ALGUNOS CONCEPTOS BÁSICOS DE LOS FACTORES ANTERIORES SE MENCIONAN A CONTINUACION:

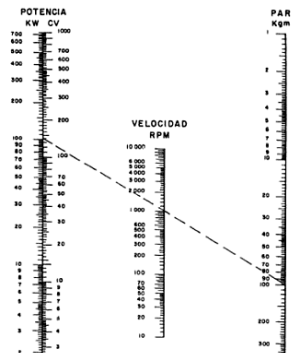
- POTENCIA A LA SALIDA.

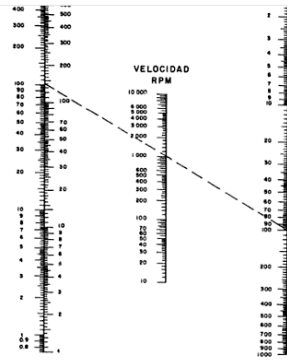
TAMBIEN SE LE DESIGNA COMO POTENCIA EN LA FLECHA Y OBLIVAMENTE DEBE SER SUFICIENTE PARA ACCIONAR LA CARGA QUE ESTARA CONECTADA A SU EJE. ESTE FACTOR SE COMPLICA LIGERAMENTE POR EL HECHO DE QUE UN MOTOR DEBE SOPORTAR POR PERIODOS BREVES SOBRECARGAS. POR

UN MOTOR DEBE SOPORTAR POR PERIODOS BREVES SOBRECARGAS. POR EJEMPLO SE PUEDE TENER EL CASO DE QUE UN MOTOR CON POTENCIA NOMINAL DE 10 HP A 1750 RPM CON UN CICLO CONTINUA DE OPERACION A 50° C DE ELEVACION DE TEMPERATURA, DEBE PRODUCIR O ENTREGAR 15 HP A 1650 RPM PERO NO EN FORMA CONTINUA, ESTO QUIERE DECIR QUE SUDEVANADO DEBE ADMITIR UN SOBRECALENTAMIENTO DE 10 A 15 MINUTOS SIN DAÑO ALGUNO, POR LO QUE NO SE SELECCIONA PARA EL VALOR DE POTENCIA QUE DEBE ENTREGAR POR CORTO TIEMPO.

OTRA CONDICION PUEDE SER QUE EL CICLO DE TRABAJO SEA TAL QUE LA MAYOR PARTE DEL TIEMPO OPERE EL MOTOR CON CARGAS BAJAS, ENTONCES LA POTENCIA SE DEBE SELECCIONAR PARA LA CONSIDERACION DE CARGA A LA QUE EL MOTOR OPERE LA MAYOR PARTE DEL TIEMPO, SI SE CONSIDERA QUE A MENOR CARGA EL MOTOR ES MENOS EFICIENTE, EN EL NOMOGRAMA SIGUIENTE SE DA LA RELACION ENTRE EL PAR REQUERIDO Y LA POTENCIA QUE DEBE TENER EL MOTOR Y LA VELOCIDAD DE OPERACION.

CIRCUITOS DERIVADOS PARA MOTORES 203





NOMOGRAMA PARA OBTENER LA RELACION ENTRE POTENCIA-VELOCIDAD Y PAR EJEMPLO: UN PAR DE 100 Kg

NOMOGRAMA PARA OBTENER LA RELACION ENTRE POTENCIA-VELOCIDAD Y PAR EJEMPLO: UN PAR DE 100 Kg A LA VELOCIDAD DE 1000 RPM CORRESPONDE A 103 Kw.

O CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA POR ACCIONAR.

SI UNA CARGA PUEDE REQUERIR DE 10HP A 1750 RPM EN FORMA CONTINUA PUEDE TENER OTRAS CARACTERÍSTICAS QUE DEPENDEN DEL TIPO PARTICULAR DE LA CARGA POR ACCIONAR, POR EJEMPLO, UN VENTILADOR NO REQUIERE DE UN ALTO PAR DE ARRANQUE, PERO EN CAMBIO HAY CARGAS QUE SI LO REQUIEREN Y ENTONCES DEPENDIENDO DE SU MAGNITUD SE PUEDEN USAR MOTORES MONOFASICOS DE CORRIENTE ALTERNA DEL TIPO TIPO UNIVERSAL O BIEN DE ARRANQUE CON CAPACITOR O TAMBIEN

204 CALCULO DE CIRCUITOS DERIVADOS Y ALIMENTADORES

O TAMBIEN TRIFASICOS CON ROTOR DEVANADO. SI EN CAMBIO SE TIENE UNA CARGA QUE REQUIERE DE VARIACION DE VELOCIDAD DENTRO DE UN RANGO AMPLIO SE PUEDE PENSAR EN OTRA SOLUCION, Y LO MISMO OCURRIRA, SI LA VELOCIDAD ES PRACTICAMENTE CONSTANTE. A ESTE RESPECTO, LO QUE SE PRETENDE HACER NOTAR ES QUE EXISTE UNA AMPLIAGAMA DE MOTORES ELECTRICOS PARA DISTINTAS APLICACIONES.

VELOCIDAD NOMINAL.

LA VELOCIDAD DE PLACA DE UN MOTOR EN RPM ESTA DADA PARA SUS CONDICIONES NORMALES DE OPERACION, YA QUE UN MOTOR ELECTRICO SE LE PUEDE REQUERIR OPERAR A CUALQUIER VELOCIDAD DESDE EL REPOSO HASTA SU VELOCIDAD NOMINAL O BIEN PERIODICAMENTE OPERAR CON VELOCIDADES QUE VARIEN DENTRO DE CIERTO RANGO, ESTO HACE QUE LA SOLUCION SE PUEDA DAR CON DISTINTOS TIPOS DE MOTORES Y ELEMENTOS DE CONTROL, POR LO QUE CONSTITUTE TAMBIEN UN FACTOR A CONSIDERAR

EN SU SELECCION.

TAMANO DE LA CARCAZA:

EL TAMANO DE LAS CARCAZAS EN LOS MOTORES ELECTRICOS SE ENCUENTRA NORMALIZADO POR LA ASOCIACION DE FABRICANTES ELECTRICOS DE LOS ESTADOS UNIDOS (NEMA) Y ESTA CLASIFICACION HA SIDO ADOPTADA POR LA MAYORIA DE LOS PAISES QUE ESTAN DENTRO DE SU AREA DE INFLUENCIA-COMERCIAL. ESTA NORMALIZACION SE PUEDE RESUMIR COMO UNA SERIE DE VALORES DE DIAMETROS DE CARCAZA ASOCIADOS A CIERTAS LONGITUDES DE LAS MISMAS, Y RELACIONADOS CON LA TEMPERATURA DE OPERACION

CIRCUITOS DERIVADOS PARA MOTORES 205

CIÓN Y ASPECTOS PARTICULARES, DÁNDOSE UNA DESIGNACIÓN COMERCIAL A CADA TIPO, POR EJEMPLO LAS DESIGNACIONES QUE USAN LA SERIE T SON LOS QUE OPERAN CON ALTAS TEMPERATURAS Y USAN ENTONCES MATERIALES AISLANTES MÁS RESISTENTES A ESTAS CONDICIONES, LOS DE CLASE A Y B SON TOTALMENTE CERRADOS Y ENFRIADOS POR VENTILADOR. LA LETRA S SIGNIFICA CON TAMAÑO REDUCIDO DE EJE Y EXISTE TAMBIÉN UNA CLASIFICACIÓN CON RESPECTO AL TIPO DE MONTAJE. EN LA TABLA SIGUIENTE SE MUESTRA ESTA CLASIFICACIÓN GENERAL SEGÚN LAS NORMAS NEMA.

POTENCIA NOMINAL Y TAMAÑO DE CARCAZA SEGÚN NORMA NEMA PARA MOTORES JAULA DE ARDILLA.

POTENCIA EN EL EJE H.P. KW		VELOCIDAD SINCRONA							
		3600		1800		1200		900	
		TAMAÑO DE CARCAZA							
0.5	0.375							182	H143T
0.75	0.56							184	H145T
1	0.75							213	182T
1.5	1.12	182	H143T	184	H145T	184	H142T	213	184T
2	1.5	184	K145T	184	K145T	213	184T	215	213T
3	2.24	184	182T	213	182T	215	213T	254U	215T
5	3.75	213	184T	215	184T	254U	215T	256U	254T
7.5	5.6	215	213T	254U	213T	256U	254T	284U	256T
10	7.5	254U	215T	256U	215T	284U	256T	288U	284T
15	11.2	256U	254T	284U	254T	324U	284T	326U	286T
20	15	286U	256T	288U	256T	326U	286T	364U	324T
25	19	324U	284T	324U	284T	364U	324T	366U	326T
30	22.4	326U	286T	326U	286T	366U	326T	404U	364T
40	31.5	364U	324T	364U	324T	404U	364T	406U	366T
50	37.5	366U	326T	366U	326T	406U	366T	444U	404T
60	45	406U	364T	406U	364T	444U	404T	446U	406T
75	56	444U	366T	444U	366T	482U	406T	444T	444T
100	75	446U	406T	446U	406T	482U	444T	444T	445T
125	90		447T		447T		447T		
150	112		447T		447T		447T		

206 CALCULO DE CIRCUITOS DERIVADOS Y ALIMENTADORES

CLASIFICACIÓN POR VELOCIDAD.

EXISTE UNA CLASIFICACIÓN POR VELOCIDAD RECONOCIDA TAMBIÉN POR LOS FABRICANTES DE MOTORES ELÉCTRICOS (NEMA) QUE SE AGRUPA COMO SIGUE:

MOTORES DE VELOCIDAD CONSTANTE.

QUE TIENEN UNA VARIACIÓN MÁXIMA DEL 20% DE VACÍO A PLENA CARGA: DENTRO DE ESTA CATEGORÍA SE ENCUENTRA LA MAYORÍA DE LOS MOTORES DE INDUCCIÓN.

MOTORES DE VELOCIDAD VARIABLE.

EL CAMBIO DE VACÍO A PLENA CARGA EN LA VELOCIDAD ES MUCHO MAYOR DEL 20%. LA MAYORÍA DE ESTOS MOTORES SON LOS CONOCIDOS COMO DEL TIPO UNIVERSAL.

MOTORES DE VELOCIDAD AJUSTABLE.

ESTOS MOTORES SON LOS LLAMADOS DE INDUCCIÓN CON MOTOR DE VACÍO.

MOTORES DE VELOCIDAD AJUSTABLE-VARIABLE.

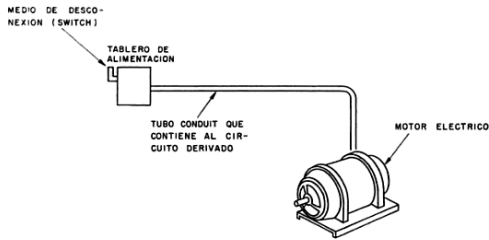
SON MOTORES DE INDUCCIÓN DE ROTOR DEAVANADO CON MEDIOS EXTERNOS DE CONTROL COMO POR EJEMPLO RESISTENCIAS EN EL ROTOR.

MOTORES DE MULTIVELOCIDAD.

MOTORES REVERSIBLES.

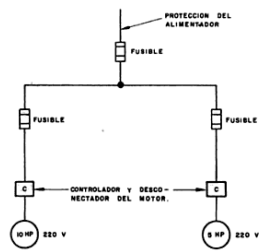
MOTORES NO REVERSIBLES.

210 CALCULO DE CIRCUITOS DERIVADOS Y ALIMENTADORES



INSTALACION DE UN MOTOR ELECTRICO

- LOS DATOS DE PLACA DEL MOTOR DEBEN SER:
- NOMBRE DEL FABRICANTE Y POTENCIA EN H.P. O KW
 - VOLTAJE NOMINAL Y CORRIENTE A PLENA CARGA
 - FRECUENCIA Y NUMERO DE FASES
 - LETRA DE CODIGO



ALIMENTADOR PARA DOS MOTORES

CIRCUITOS DERIVADOS PARA MOTORES 211

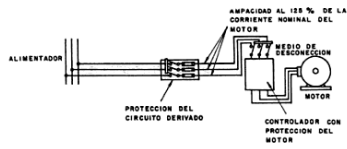
COMO SE SABE, LOS MOTORES FRACCIONARIOS Y PEQUEÑOS, SE ARRANCAN DIRECTAMENTE DE LA LINEA, PERO LOS MOTORES GRANDES, DE ALGUNOS CIENTOS Y HASTA MILES DE HP REQUIEREN ARRANQUE INDIRECTO DE LA LINEA Y EN CONSECUENCIA ELEMENTOS DE CONTROL MAS O MENOS COMPLEJOS.

EN GENERAL, LOS MOTORES QUE SE ARRANCAN DIRECTAMENTE DE LA LINEA TIENEN UNA CORRIENTE DE ARRANQUE RELATIVAMENTE ALTA PARA ALGUNOS MOTORES ESTA CORRIENTE ALCANZA HASTA 8 VECES EL VALOR DE LA CORRIENTE NOMINAL (A PLENA CARGA), ESTE VALOR SE PRESENTA CUANDO EL MOTOR PARTE DE REPOSO HASTA ALCANZAR SU VELOCIDAD NOMINAL, EN ESTE PUNTO DECAE AL VALOR DE CORRIENTE NOMINAL.

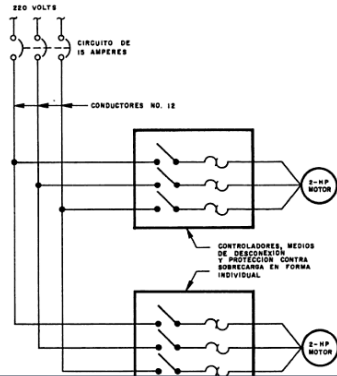
SE REQUIEREN DOS TIPOS DE PROTECCION CONTRA SOBRECARGA. SI EL DISPOSITIVO DE PROTECCION CONTRA SOBRECARGA DEL CIRCUITO DERIVADO, ES FUSIBLE O INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO, SON SUFICIENTEMENTE GRANDES Y PERMITEN EL PASO DE LAS CORRIENTES DE ARRANQUE Y POR LO TANTO PUEDEN SER DEMASIADO GRANDES Y PERMITIR QUE EL MOTOR SE SOBRECARGUE.

PARA PROTEGER AL MOTOR MISMO, SE REQUIERE QUE SE SEPARA LA PROTECCION CONTRA SOBRECORRIENTE, DE AQUI SE OBSERVA QUE SE REQUIEREN LOS DOS TIPOS DE PROTECCION CONTRA SOBRECARGA, EL DEL ALIMENTADOR, Y EL DEL MOTOR.

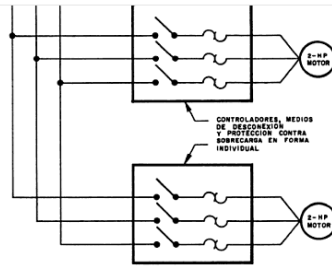
212 CALCULO DE CIRCUITOS DERIVADOS Y ALIMENTADORES



ELEMENTOS DE ALIMENTACION A UN MOTOR ELECTRICO DE C. A.



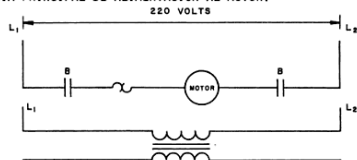
DOS MOTORES ALIMENTADOS POR UN CIRCUITO DERIVADO SENCILLO.



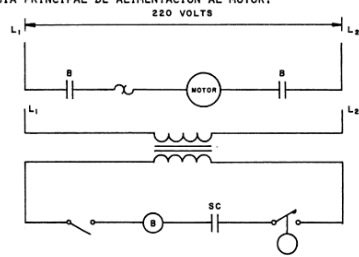
METODOS DE ARRANQUE DE MOTORES DE C. A. 313

CONTROL SEPARADO.

EN EL ARRANQUE A VOLTAJE PLENO ALGUNAS VECES, LOS ARRANCADORES ESTÁN EQUIPADOS CON PEQUEÑOS TRANSFORMADORES REDUCTORES PARA SEPARAR EL CIRCUITO DE POTENCIA DEL CIRCUITO DE CONTROL. LAS CONEXIONES PARA CONTROL NO SE HACEN EN L₁ Y L₂, YA QUE SE TOMAN DE UNA FUENTE SEPARADA INDEPENDIENTE DE LA ENERGÍA PRINCIPAL DE ALIMENTACIÓN AL MOTOR.



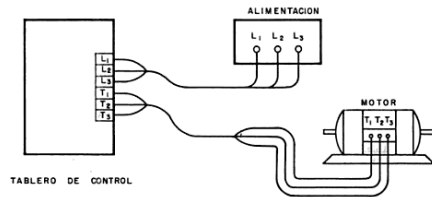
L2, YA QUE SE TOMAN DE UNA FUENTE SEPARADA INDEPENDIENTE DE LA ENERGÍA PRINCIPAL DE ALIMENTACIÓN AL MOTOR.



FORMA DE CONTROL SEPARADO
UN DIAGRAMA COMPLETO PARA CONTROL SEPARADO CON UN CONTROL DE NIVEL SE MUESTRA EN LA FIGURA SIGUIENTE.

MÉTODOS DE ARRANQUE DE MOTORES DE C. A. 315

EL DIAGRAMA DE CONEXIÓN ENTRE LAS DISTINTAS COMPONENTES DEL -- ARRANCADOR SE MUESTRA A CONTINUACIÓN.



CONTROL PARA INVERSIÓN DEL SENTIDO DE ROTACIÓN DEL MOTOR.

EN ALGUNAS APLICACIONES INDUSTRIALES DE LOS -- MOTORES ELÉCTRICOS, ES NECESARIO QUE SE DISPONGA DE LA POSIBILIDAD DE INVERTIR EL SENTIDO DE ROTACIÓN. EN EL ESTUDIO DE LOS MOTORES DE CORRIENTE ALTERNA SE SABE QUE PARA INVERTIR EL SENTIDO DE ROTACIÓN ES SUFICIENTE CON INTERCAMBIAR DOS CONDUCTORES DE FASE, LO CUAL SE PUEDE LOGRAR MEDIANTE EL USO DE DOS JUEGOS DE CONTACTORES MAGNÉTICOS A Y B Y UN SWITCH MANUAL DE POSICIÓN DEL TIPO TAMBOR, EN LA DIRECCIÓN DE MARCHA DE FRENTE, EL SWITCH DE TAMBOR CIERRA LOS CONTACTOS J, LOS CUALES ENERGIZAN A SU VEZ LA BOBINA A DEL RELEVADOR (VER FIGURA SIGUIENTE), PRODUCIENDO QUE EL CONTACTOR A CIERRE.

316 ELEMENTOS DE CONTROL DE MOTORES ELÉCTRICOS DE C. A.

PARA INVERTIR EL SENTIDO DE ROTACIÓN, SE MUEVE EL SWITCH A LA POSICIÓN 2, PARA LO CUAL SE TIENE QUE PASAR POR LA POSICIÓN DE DESCONECTADO O FUERA (POSICIÓN 0), POR LO QUE ES PRÁCTICAMENTE IMPOSIBLE ENERGIZAR LAS BOBINAS A Y B SIMULTÁNEAMENTE. CUANDO OCASIONALMENTE NO OCURRE ESTO POR ALGÚN DESPERFECTO EN EL SWITCH DE TAMBOR, SE PUEDE PRESENTAR UN CORTO CIRCUITO QUE DAÑE LOS CONTACTOS. PARA ELIMINAR ESTE -- RIESGO, LOS CONTACTOS SE MONTAN EN LADOS OPUESTOS Y SE BLOQUEAN MECÁNICAMENTE DE MANERA QUE SEA FÍSICAMENTE IMPOSIBLE PARA AMBOS CERRAR AL MISMO TIEMPO.

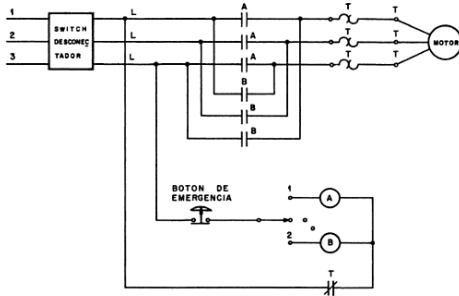


DIAGRAMA SIMPLIFICADO DE UN ARRANCADOR MAGNETICO CON INVERSION DE SENTIDO DE ROTACION

318 ELEMENTOS DE CONTROL DE MOTORES ELECTRICOS DE C. A.

RACION NORMAL LA BOBINA DE ARRANQUE DEL MOTOR (B) SE ENERGIZA OPRIMIENDO MOMENTANEAMENTE EL BOTON DE ARRANQUE LOS CONTACTOS SE CONSERVAN EN ESTA POSICION PARA MANTENER AL MOTOR EN OPERACION.

INSERTANDO EL BOTON DE PASO O EMPUJE COMO SE MUESTRA EN LA FIGURA, EL MOTOR SE DESENERGIZA ANTES DE QUE SE INICIE LA OPERACION DE EMPUJE O PASO. ESTO OCURRE CUANDO SE OPRIME EL BOTON DE "PASO" DE MANERA QUE LA CIRCULACION DE CORRIENTE A LA BOBINA SE INTERRUMPE, EN SEGUIDA SE HACE EL CONTACTO EN LAS TERMINALES INFERIORES PARA VOLVER A ENERGIZAR LA BOBINA. EL TIEMPO DE DURACION DE LA OPERACION SE PUEDE CONTROLAR EN FORMA MANUAL CON EL BOTON DE PASO, DE MANERA QUE SE PUEDE ARRANCAR Y PARAR RAPIDAMENTE EN SUCESSIONES DE PRESION DEL BOTON.

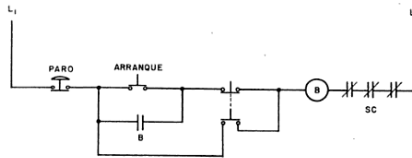


DIAGRAMA SIMPLIFICADO DE UN CIRCUITO DE CONTROL DE PASO

ARRANCADORES A VOLTAJE REDUCIDO 319

4.5.- ARRANCADORES A VOLTAJE REDUCIDO.

ALGUNAS CARGAS INDUSTRIALES SE DEBEN ARRANCAR EN FORMA GRADUAL, COMO ES EL CASO DE MAQUINAS QUE PROCESAN PRODUCTOS FRAGILES, OTRAS APLICACIONES INDUSTRIALES, NO SE PUEDEN CONECTAR LOS MOTORES DIRECTAMENTE A LA LINEA DEBIDO A QUE LA CORRIENTE DE ARRANQUE ES MUY ELEVADA, EN ESTE TIPO DE CASOS EL VOLTAJE DE ARRANQUE APLICADO AL MOTOR SE DEBE REDUCIR YA SEA CONECTANDO RESISTENCIAS (TAMBIEN REACTANCIAS) EN SERIE CON LA LINEA DE ALIMENTACION AL MOTOR, O BIEN EMPLEANDO UN AUTOTRANSFORMADOR.

EN EL ARRANQUE A VOLTAJE REDUCIDO SE DEBE TENER EN CONSIDERACION QUE:

A).- LA CORRIENTE A ROTOR BLOQUEADO ES PROPORCIONAL AL VOLTAJE, ES DECIR, SI SE REDUCE EL VOLTAJE A LA MITAD LA CORRIENTE SE REDUCE A LA MITAD.

B).- EL PAR A ROTOR BLOQUEADO ES PROPORCIONAL AL CUADRADO DEL VOLTAJE, ES DECIR, SI SE REDUCE EL VOLTAJE A LA MITAD, EL PAR SE REDUCE A LA CUARTA PARTE.

4.5.1.- ARRANQUE CON RESISTENCIA PRIMARIA.

COMO SE HA INDICADO ANTES, LOS MOTORES ELÉCTRICOS MÁS GRANDES PUEDEN TOMAR UNA CORRIENTE DE ARRANQUE DE 5 A 8 VECES. LA CORRIENTE DE OPERACIÓN, SE PUEDE USAR COMO UNA ALTERNATIVA EL ARRANQUE POR MEDIO DE RESISTENCIAS. UNA DE LAS

ARRANCADORES A VOLTAJE REDUCIDO 321

RA - REPRESENTA UN PEQUEÑO RELEVADOR AUXILIAR QUE TIENE DOS CONTACTOS NORMALMENTE ABIERTOS.

RT - RELEVADOR DE TIEMPO RETARDADO QUE CIERRA EL CIRCUITO DE LA BOBINA (B) DESPUÉS DE UN TIEMPO DETERMINADO.

A₁B - SON CONTACTORES MAGNÉTICOS, CON SUS CONTACTOS ASOCIADOS.

UN SEGUNDO MÉTODO PARA VARIAR LA VELOCIDAD DE UN MOTOR DE INDUCCIÓN DE ROTOR DEVANADO SE MUESTRA EN LA FIGURA SIGUIENTE, EN DONDE APARECE EL LADO PRIMARIO DE UN MOTOR CON CONTROL DE TRES VELOCIDADES. SE USAN 6 RESISTENCIAS Y SE ALAMBRAN DE TAL MANERA QUE CUANDO LOS CONTACTOS DEL RELEVADOR DE ARRANQUE DEL MOTOR CIERRAN, LA CORRIENTE CIRCULA POR LAS 6

RESISTENCIAS Y SE ALAMBRAN DE TAL MANERA QUE CUANDO LOS CONTACTOS DEL RELEVADOR DE ARRANQUE DEL MOTOR CIERRAN, LA CORRIENTE CIRCULA POR LAS 6 RESISTENCIAS PARA ARRANCAR EL MOTOR A BAJA VELOCIDAD. DESPUÉS DE UN TIEMPO PREDETERMINADO, LOS CONTACTOS 1A CIERRAN PARA DEJAR FUERA TRES DE LAS RESISTENCIAS (PONIÉNDOLAS EN CORTO CIRCUITO) ESTO INCREMENTA LA VELOCIDAD DEL MOTOR. SI SE DESEA UNA VELOCIDAD MAYOR, SE CERRARÁN LOS CONTACTOS 2A PARA ELIMINAR EL EFECTO DE LAS OTRAS TRES RESISTENCIAS, POR MEDIO DEL MISMO PROCEDIMIENTO DE CONECTAR EN CORTO CIRCUITO A TRAVÉS DE LOS CONTACTOS. EL MOTOR AHORA OPERA A PLENA VELOCIDAD.

EL MOTOR PUEDE NUEVAMENTE REDUCIR SU VELOCIDAD REABIENDO CUALQUIERA DE LOS CONJUNTOS DE RESISTENCIAS 1A O 2A. TODAS LAS RESISTENCIAS Y LOS CONTACTOS 1A Y 2A CON SUS BOBINAS ASOCIADAS 1A Y 2A SON PREALAMBRADOS COMO PARTE DEL ARRANCADOR DEL MOTOR A TRES VELOCIDADES.

PROTECCION DE LAS INSTALACIONES CONTRA EL CORTO CIRCUITO 381

c) CABLES DE POTENCIA.

LOS VALORES DE RESISTENCIA Y REACTANCIA DE LOS DISTINTOS TIPOS DE CABLES SE PUEDEN OBTENER DE LOS CATÁLOGOS DE LOS DIFERENTES FABRICANTES, EN ESTE CASO, A DIFERENCIA DE LAS LÍNEAS AÉREAS CONDUCTORES DESNUDOS, LA RESISTENCIA NO SE PUEDE DESPRECIAR DEBIDO A QUE SU VALOR ES PREVALENTE SOBRE LA REACTANCIA, PARA EL CÁLCULO DE LA IMPEDANCIA.

LA RESISTENCIA DEPENDE DEL MATERIAL Y DE LA SEC -

LA RESISTENCIA DEPENDE DEL MATERIAL Y DE LA SECCION DE LOS CONDUCTORES Y SE CALCULA COMO:

$$R = \frac{\rho L}{S}$$

DONDE:

R = RESISTENCIA DEL CABLE EN OHMS/FASE.
 ρ = RESISTIVIDAD DEL MATERIAL CONDUCTOR EN OHMS-MM²/KM.
 S = SECCION DEL CONDUCTOR EN MM².

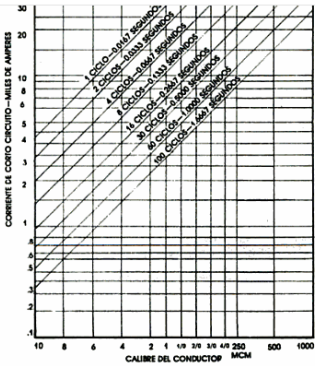
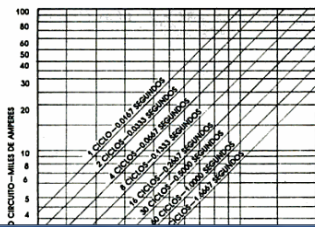
EN EL CASO DE LOS CABLES UNIPOLARES LA REACTANCIA DEPENDE DEL ESPESOR DEL AISLAMIENTO, DE LA PRESENCIA DE ARMADURA METALICA Y DEL SISTEMA DE INSTALACION.

$$X = \omega L - (1/\omega C)$$

392 PROTECCION CONTRA SOBRECORRIENTES Y CORTO CIRCUITO

TABLA 5:1

CORRIENTES DE CORTO CIRCUITO PERMISIBLES PARA CABLES CON AISLAMIENTO A 90°C Y CONDUCTOR DE COBRE



CONDUCTOR DE COBRE
 AISLAMIENTO TERMO PLASTICO (PVC)

CURVAS BASADAS SOBRE LA SIGUIENTE FORMULA

$$\left(\frac{I}{A}\right)^2 = 0.0297 \log \left[\frac{T_1 - 234}{T_1 - 234} \right]$$

DONDE:
 I = Corriente de corto circuito amperes.
 A = Area del conductor circular mils.
 t = Tiempo de corto circuito-segundos.
 T₁ = temperatura máxima de operación—90°C.
 T₂ = temperatura máxima de corto circuito—150°C.

PROTECCION DE LAS INSTALACIONES CONTRA EL CORTO CIRCUITO 393

DONDE:

X = REACTANCIA DEL CABLE EN OHMS/FASE.
 $\omega = 2 \times \pi \times F$ = FRECUENCIA DEL SISTEMA EN HERTZ -
 (60 EN MÉXICO).
 L = INDUCTANCIA EN HENRY
 C = CAPACITANCIA EN FARADS.

EN LA MAYORIA DE LOS CASOS, LA REACTANCIA CAPACITIVA ES DESPRECIABLE PARA LOS ESTUDIOS DE CORTO CIRCUITO

EN UNA PRIMERA APROXIMACION Y A RESERVA DE OBTENER LOS VALORES DE REACTANCIA DE TABLAS DE CARACTERISTICAS DE CABLES, SE PUEDE TOMAR UNA REACTANCIA DE:

$X=0.1$ OHMS / KM.

EJEMPLO DE CÁLCULO DE CORTO CIRCUITO.

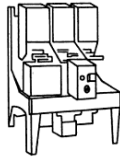
UN EJEMPLO NUMÉRICO DE CÁLCULO DE CORTO CIRCUITO PARA UNA INSTALACIÓN INDUSTRIAL DE MEDIO Y BAJO VOLTAJE SE PUEDE USAR PARA ILUSTRAR EL PROCEDIMIENTO EN ESTOS CASOS.

EJEMPLO 5.3

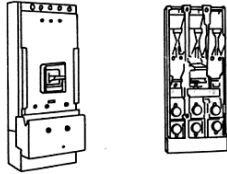
EL DIAGRAMA UNIFILAR DE LA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA INDUSTRIAL QUE ESTÁ ALIMENTADA POR DOS LÍNEAS DE 115 kV CON SUS RESPECTIVOS INTERRUPTORES-

PROTECCION DE LAS INSTALACIONES CONTRA EL CORTO CIRCUITO 417

PARA OBTENER CAPACIDADES INTERRUPTIVAS MÁS ELEVADAS; SE PUEDE INCLUIR EN EL PROPIO INTERRUPTOR, FUSIBLES DE ALTA CAPACIDAD INTERRUPTIVA; DE MANERA QUE SE PUEDAN INTERRUPTIR CORRIENTES DE HASTA 100 kA.



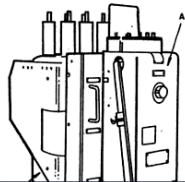
INTERRUPTOR AUTOMATICO DE BAJA TENSION EN AIRE

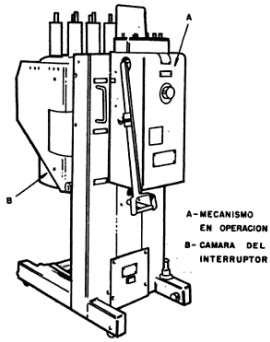


INTERRUPTOR AUTOMATICO EN AIRE PARA BAJA TENSION CON LIMITADOR DE CORRIENTE POR FUSIBLE INCORPORADO

418 PROTECCION CONTRA SOBRECORRIENTES Y CORTO CIRCUITO

EN EL CAMPO DE LA MEDIA TENSION, LOS INTERRUPTORES MÁS USADOS, SON LOS LLAMADOS " INTERRUPTORES CON AIRE ", CON DEIONIZACIÓN MAGNÉTICA DEL ARCO, Y TAMBIÉN LOS INTERRUPTORES EN PEQUEÑO VOLUMEN DE ACEITE. MÁS RECIENTEMENTE, SE HAN INCORPORADO LOS LLAMADOS " INTERRUPTORES EN VACIO " .



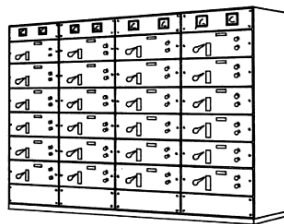


INTERRUPTOR EN ACEITE DESPLAZABLE

424 FUNDAMENTOS DE TABLEROS ELECTRICOS

- ESTRUCTURA METÁLICA NORMALIZADA, REALIZADA DE TAL MANERA QUE SEA FÁCILMENTE ARMADA Y MODULAR. CADA MÓDULO O COMPARTIMIENTO CONTIENE UN GRUPO DE PÁNELES EN LOS QUE SE ALOJAN LOS APARATOS DE MANDO Y CONTROL DE LOS MOTORES.
- LOS PANELES O MÓDULOS, TIENEN POR LO GENERAL DIMENSIONES NORMALIZADAS, DE MANERA QUE CADA COMPARTIMIENTO CONTENGAN UN NÚMERO ENTERO DE ELEMENTOS, AUNQUE DE CARACTERÍSTICAS DISTINTAS O SEAN FÁCILMENTE SUSTITUIBLES EN CASO DE SER NECESARIO. POR SEGURIDAD SE RECOMIENDA QUE LA PUERTA DE ESTOS COMPARTIMIENTOS NO SE PUEDA ABRIR CON EL INTERRUPTOR ENERGIZADO.
- CADA COMPARTIMIENTO O PANEL CONTIENE POR LO GENERAL -
- CADA COMPARTIMIENTO O PANEL CONTIENE POR LO GENERAL UN INTERRUPTOR AUTOMÁTICO QUE CONSTITUYE UN ÓRGANO DE SECCIONAMIENTO Y PROTECCIÓN PARA LA CORRIENTE DE CORTO CIRCUITO, ESTACIONES DE BOTONES PARA EL MANDO DE MOTORES O BIEN ARRANCADORES CON ESTACIONES DE BOTONES A CONTROL REMOTO, EVENTUALMENTE SE TIENEN MÓDULOS CON INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN, LÁMPARAS, PILOTO, ETC.
- UN SISTEMA DE BARRAS GENERALES DE DISTRIBUCIÓN, CUCHILLAS O UN INTERRUPTOR GENERAL A LA ENTRADA Y ALGUNOS OTROS APARATOS DE MEDICIÓN COMO POR EJEMPLO WATTHORÍMETROS.

TABLEROS DE MANIOBRA, CONTROL Y DISTRIBUCION 425



VISTA DE UN CENTRO DE CONTROL DE MOTORES (CCM)

TABLEROS DE MANIOBRA, CONTROL Y DISTRIBUCION 429

CON ESTE TIPO DE TABLEROS, POR LO GENERAL SE INSTALAN INTERRUPTORES DEL TIPO TERMOMAGNÉTICO CON CONTROL MANUAL O ELÉCTRICO. LA CORRIENTE NOMINAL EN LAS BARRAS DE ESTOS TABLEROS VARÍA DE 600 A 4000 A Y EL VALOR DE LA CORRIENTE DE CORTO CIRCUITO VARIA DE 15 A 100 kA. EN ALGUNOS GABINETES SE PUEDEN TENER INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN COMO AMPÉRMETROS, VOLTMETROS, CONTADORES DE ENERGÍA, ETC.

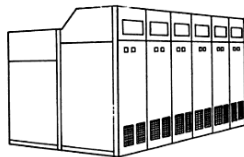
6.2.3. TABLEROS METAL CLAD.

TAMBIÉN PARA LOS APARATOS EN MEDIA TENSIÓN SE HA GENERALIZADO LA PRÁCTICA DE MONTAR LOS APARATOS DENTRO DE TABLEROS. ESTA PRÁCTICA ES EXTENSIVA A LAS LLAMADAS "SUBESTACIONES UNITARIAS" EN DONDE SE FORMA UN "PAQUETE" DE TABLEROS EN LOS CUALES SE ENCUENTRAN TAM

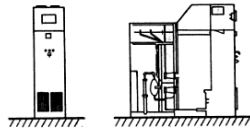
DAS "SUBESTACIONES UNITARIAS" EN DONDE SE FORMA UN "PAQUETE" DE TABLEROS EN LOS CUALES SE ENCUENTRAN TAMBIÉN LOS TRANSFORMADORES, ES DECIR, SE CONTIENE EN ESTAS SUBESTACIONES LOS TABLEROS DE ALTA TENSIÓN Y BAJA TENSIÓN.

LOS TABLEROS METAL CLAD SE CONSTRUYEN EN FORMA ANÁLOGA A LOS TABLEROS DE POTENCIA, ES DECIR POR MEDIO DE GABINETES O PÁNELES EN DONDE SE CONTIENE A UN APARATO. SE EMPLEAN INTERRUPTORES TERMOMAGNÉTICOS, ELECTROMAGNÉTICOS, EN PEQUEÑO VOLUMEN DE ACEITE O EN VACÍO. EN LAS FIGURAS SIGUIENTES SE MUESTRAN ALGUNOS ASPECTOS CONSTRUCTIVOS DE ESTE TIPO DE TABLEROS.

TABLEROS DE MANIOBRA, CONTROL Y DISTRIBUCION 431



VISTA



CORTE

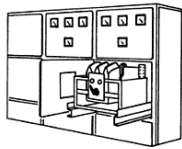
TABLERO METAL CLAD PARA MEDIA TENSION CON INTERRUPTOR

TABLEROS DE MANIOBRA, CONTROL Y DISTRIBUCION 433



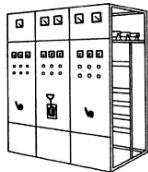
TABLERO ELECTRICO CON PANELES MODULARES

SECCION DE UN TABLERO MOSTRANDO EL INTERRUPTOR

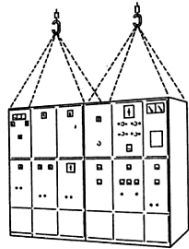


INTERRUPTOR MOVIL EN TABLERO DE FUERZA.

434 FUNDAMENTOS DE TABLEROS ELECTRICOS



VISTA DE UN TABLERO



TABLERO ELECTRICO EN
FASE DE MONTAJE

436 FUNDAMENTOS DE TABLEROS ELECTRICOS

500 MCM.

4. LOS TABLEROS DE PARED ESTÁN LIMITADOS A 42 DISPOSITIVOS DE SOBRECORRIENTE.
5. OTRO FACTOR QUE AFECTA A LA LOCALIZACIÓN DE LOS TABLEROS, ES EL CUMPLIMIENTO DE LOS REQUERIMIENTOS DE LAS COMPAÑÍAS SUMINISTRADORAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA - (LA COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD EN MÉXICO) QUE BÁSICAMENTE SON LOS SIGUIENTES:
 - A) DEMANDA TOTAL ESPERADA EN AMPERES O KVA Y LA CARGA-FUTURA PROBABLE.
 - B) EL MOTOR O MOTORES DE MAYOR CAPACIDAD QUE SE INSTALARÁN Y LA LISTA DEL RESTO DE LOS MOTORES CON SUS CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES.
 - C) ~~UNA LISTA DE LAS CARGAS CONECTADAS ASÍ COMO LAS CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES.~~
 - C) UNA LISTA DE LAS CARGAS CONECTADAS ASÍ COMO LAS CARGAS QUE SE TENDRÁN A FUTURO.
 - D) UN PLANO QUE INDIQUE UN PUNTO DE CONEXIÓN PROPUESTA-PARA EL SERVICIO, LA COMPAÑÍA SUMINISTRADORA TAMBIÉN REQUIERE DE LA FECHA PROBABLE DE TERMINACIÓN DEL PROYECTO.

POR SU PARTE, LA COMPAÑÍA SUMINISTRADORA DE ENERGÍA-ELÉCTRICA PROPORCIONA AL CLIENTE O SOLICITANTE DEL SERVICIO LA SIGUIENTE INFORMACIÓN:

- A) APROBACIÓN DEL PUNTO DE ALIMENTACIÓN SUGERIDO O BIEN UNA PROPUESTA DE PUNTOS DE ALIMENTACIÓN CONVENIENTES DE ACUERDO A LA RED DE ALIMENTACIÓN.

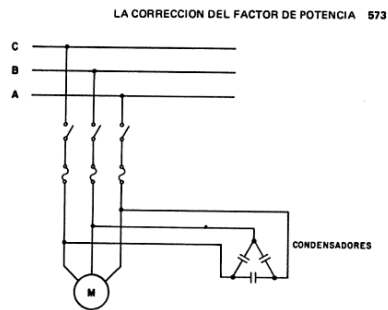
572 PROYECTO DE INSTALACIONES ELECTRICAS INDUSTRIALES

- A) DISPOSICIÓN DISTRIBUIDA, DE MANERA QUE UN CONDENSADOR SE INSTALA, ACTUANDO SOBRE CADA CARGA POR CORREGIR.
- B) DISPOSICIÓN POR GRUPO DE CARGAS.
- C) DISPOSICIÓN CENTRALIZADA.

A) DISPOSICIÓN DISTRIBUIDA.

ESTA ES CONSIDERADA EN MUCHOS CASOS, COMO LA SOLUCIÓN IDEAL; CADA CONDENSADOR SE INSTALA JUNTO A LA CARGA, SOBRE LA QUE VA A ACTUAR. LA ENERGÍA REACTIVA REQUERIDA, SE SUMINISTRA DIRECTAMENTE EN LAS TERMINALES DE LA CARGA. EN LA SIGUIENTE FIGURA, SE MUESTRA UN EJEM

RIDA, SE SUMINISTRA DIRECTAMENTE EN LAS TERMINALES DE LA CARGA. EN LA SIGUIENTE FIGURA, SE MUESTRA UN EJEMPLO DE INSTALACIÓN DE CONDENSADORES, PARA CORREGIR EL FACTOR DE POTENCIA DE UN MOTOR DE INDUCCIÓN.



LAS PRINCIPALES VENTAJAS DE ESTA DISPOSICIÓN DISTRIBUIDA, SON LAS SIGUIENTES:

- LA UTILIZACIÓN COMPLETA DE LA INSTALACIÓN, Y DE LOS ALIMENTADORES.

574 PROYECTO DE INSTALACIONES ELECTRICAS INDUSTRIALES

- LA ADECUACIÓN DE LA POTENCIA REACTIVA, A LA POTENCIA ACTIVA DE LA INSTALACIÓN, PARA CADA CONDICIÓN DE FUNCIONAMIENTO.

LAS PRINCIPALES DESVENTAJAS DE LA DISPOSICIÓN DISTRIBUIDA SON :

- COSTO ELEVADO, CUANDO SE TRATA DE UN NÚMERO GRANDE DE CARGAS POR CORREGIR; YA QUE SE REQUIERE DE UNA CANTIDAD CONSIDERABLE DE CONDENSADORES.
- MAYOR NÚMERO DE ELEMENTOS EN LA INSTALACIÓN; YA QUE SE REQUIERE PROTEGER A LOS CONDENSADORES CONTRA GOLPES, CORROSIÓN, O INCENDIO; CON EL CONSECUENTE INCREMENTO EN EL COSTO.

TRA GOLPES, CORROSIÓN, O INCENDIO; CON EL CONSE-
CUENTE INCREMENTO EN EL COSTO.

b) DISPOSICIÓN POR GRUPO.

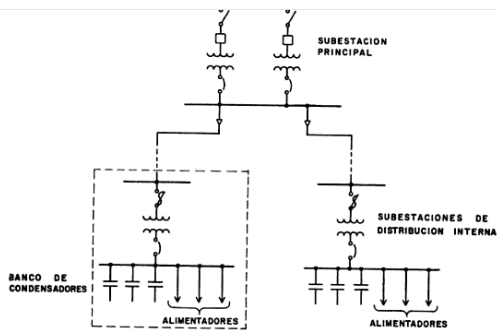
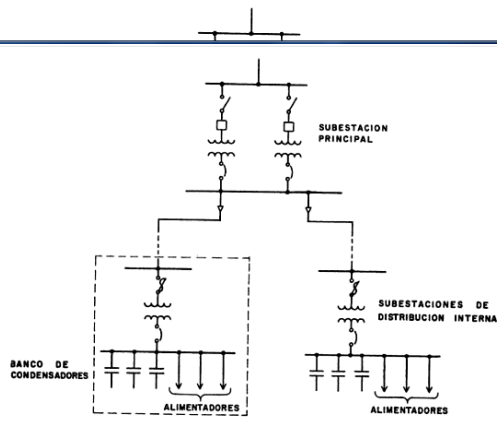
ÉSTA SOLUCIÓN REPRESENTA UN COMPROMISO, DESDE EL PUNTO
DE VISTA TÉCNICO; EN LA PRÁCTICA RESULTA SER DE LAS
MÁS USADAS; YA QUE PERMITE EQUILIBRAR LAS EXIGENCIAS
ECONÓMICAS, CON UNA UTILIZACIÓN DISCRETA DE LAS INSTA-
LACIONES.

PRÁCTICAMENTE, EL NÚMERO DE CENTROS DE CORRECCIÓN DEL

LA CORRECCION DEL FACTOR DE POTENCIA 575

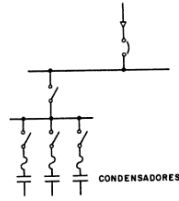
FACTOR DE POTENCIA, Y LA POTENCIA DE CADA GRUPO, SOBRE
LOS QUE ACTUAN LOS CONDENSADORES; SON OBJETO DE UN ESTU-
DIO, INSTALACIÓN POR INSTALACIÓN. LOS BANCOS DE CON-
DENSADORES, SE PUEDEN INSTALAR EN LOS MISMOS TABLEROS;
POR EJEMPLO, EN LOS CENTROS DE CONTROL DE MOTORES.

EN LA SIGUIENTE FIGURA, SE MUESTRA UN DIAGRAMA DE EJEM-
PLO, PARA LA CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA, EN UN
GRUPO DE CARGAS.



CORRECCION DEL FACTOR DE POTENCIA CON DIS-
POSICION POR GRUPO.

EL DETALLE DE LA INSTALACION DE LOS CONDENSADORES. SE MUESTRA A CONTINUACION:



c) DISPOSICIÓN CENTRALIZADA.

CON ESTA DISPOSICIÓN, SE INSTALA UN SOLO GRUPO DE CONDENSADORES A LA ENTRADA, O PUNTO DE ALIMENTACIÓN DE LA INSTALACIÓN; ESTA INSTALACIÓN ES BASTANTE SIMPLIFICADA, Y EN CIERTO MODO ES EQUIVALENTE AL CASO ANTERIOR; SOLO QUE EN ESTE CASO, CONVIENE LA UTILIZACIÓN DE LA CONEXIÓN AUTOMÁTICA.

El *ABC de las instalaciones eléctricas industriales* es un libro de tipo práctico dirigido tanto a estudiantes de nivel medio básico como de enseñanza media superior, pero su contenido es útil para cualquier persona relacionada con las instalaciones eléctricas industriales.

Se tratan temas básicos para el cálculo e instalaciones industriales como los conductores y canalizaciones eléctricas, el cálculo de alimentadores y circuitos derivados, el control de motores eléctricos de corriente alterna, la teoría de los tableros eléctricos y el cálculo de las instalaciones en general, incluyendo red de tierras y corrección del factor de potencia; todos estos temas están apoyados por los fundamentos conceptuales, tablas de datos prácticos y un gran número de ilustraciones para una mejor comprensión de los temas.





AREA ING. ELECTRICA Y ELECTRONICA
ISBN 968-18-1935-7

e-mail: limusa@noriega.com.mx



AREA ING. ELECTRICA Y ELECTRONICA
ISBN 968-18-1935-7
9789681819354

e-mail: limusa@noriega.com.mx
www.noriega.com.mx

Material protegido por derechos de autor