Normas, fórmulas y tablas

	página
Codificación de los aparatos eléctricos	9-2
Símbolos para esquemas Europa – América del Norte	9-14
Ejemplo de esquema de contactos según las normas norteamericanas	9-27
Organismos de homologación internacionales	9-28
Organismos de ensayo y marcas de homologación	9-32
Medidas de protección	9-34
Protección contra sobreintensidad de cables y conductores	9-43
Equipamiento eléctrico de máquinas	9-51
Medidas para la reducción de riesgos	9-56
Medidas para evitar riesgos	9-57
Grados de protección de los aparatos eléctricos	9-58
Subdivisión de categorías en América del Norte para contactos auxiliares	9-68
Categorías de empleo para contactores	9-70
Categorías de empleo para interruptores-seccionadores	9-74
Intensidades asignadas del motor	9-77
Conductores	9-81
Fórmulas	9-90
Sistema internacional de unidades	9-94

Normas, fórmulas y tablas
Codificación de los aparatos eléctricos

Generalidades

"Los extractos de las normas DIN con clasificación VDE se han reproducido con la autorización del Organismo alemán de normalización e.V. DIN y la Asociación de electrotécnica, electrónica y tecnologías de la información VDE e.V. Para la aplicación de las normas deberán consultarse las versiones con la fecha de edición más reciente, que pueden adquirirse en la editorial VDE-VERLAG GMBH, Bismarckstr. 33, 10625 Berlín y Beuth Verlag GmbH, Burggrafenstr. 6, 10787 Berlín".

Codificación según DIN EN 61346-2:2000-12 (IEC 61346-2:2000)

Moeller ha optado por utilizar de forma gradual la norma arriba citada en un plazo de tiempo transitorio.

A diferencia de la codificación usual utilizada hasta ahora, ahora la letra de codificación determina en primer lugar la función del aparato eléctrico en la correspondiente conexión. De ahí que se disponga de un espacio libre para seleccionar la letra de codificación.

Ejemplo para una resistencia

- limitador de corriente normal: R
- resistencia de calefacción: E
- resistor de precisión: B

Además, Moeller ha adoptado definiciones específicas de la empresa para la conversión de la norma, que difieren parcialmente de la misma.

- Las denominaciones de los bornes de conexión **no** se representarán con posibilidad de lectura desde la derecha.
- **No** se indicará una segunda letra para identificar el objetivo de aplicación del equipo eléctrico,
  p. ej.: el relé temporizador K1T será K1.
- Los interruptores automáticos cuya principal función sea la protección seguirán indentificándose con la letra Q.
  Éstos se numerarán del 1 al 10, empezando por la parte superior izquierda.
- Los contactores se empezarán a identificar con la letra Q y se numerarán del 11 a nn.
  P. ej.: K91M será Q21.
- Los contactores auxiliares seguirán identificándose con la letra K y se numerarán del 1 a n.

La codificación se inserta en un punto adecuado muy próximo al símbolo para esquemas. La codificación establece la relación entre el equipo eléctrico en la instalación y los distintos documentos acerca de la conexión (esquemas de contactos, listas de despiece, esquemas de los circuitos, instrucciones). Con el fin de facilitar las tareas de mantenimiento, la codificación también puede insertarse, total o parcialmente, en el equipo eléctrico o cerca del mismo.

Equipos eléctricos seleccionados con comparación de las letras de codificación asignadas por Moeller antigua – nueva → tabla, página 9-3.

Normas, fórmulas y tablas

Codificación de los aparatos eléctricos

Antigua letra de codificación	Ejemplo para aparatos eléctricos	Nueva letra de codificación
B	Convertidores de señal	T
C	Condensadores	C
D	Dispositivos de memoria	C
E	Filtros electrostáticos	V
F	Disparadores bimetálicos	F
F	Presostatos	B
F	Fusibles (para corrientes débiles, HH, de señales)	F
G	Convertidores de frecuencia	T
G	Generadores	G
G	Arrancadores suaves	T
G	SAI	G
H	Lámparas	E
H	Aparatos de señalización ópticos y acústicos	P
H	Columnas de señalización	P
K	Relés auxiliares	K
K	Contactor auxiliar	K
K	Contactor semiconductor	T
K	Contactor de potencia	Q
K	Relés temporizadores	K
L	Bobinas de inductancia	R
N	Amplificadores de aislamiento, amplificadores de inversión	T
Q	Interruptores-seccionadores	Q
Q	Interruptores automáticos para protección	Q
Q	Interruptores protectores de motor	Q

Normas, fórmulas y tablas

Codificación de los aparatos eléctricos

Antigua letra de codificación	Ejemplo para aparatos eléctricos	Nueva letra de codificación
Q	Conmutadores estrella-triángulo	Q
Q	Seccionadores	Q
R	Resistencia de ajuste	R
R	Resistor de precisión	B
R	Resistencia de calefacción	E
S	Aparatos de mando	S
S	Pulsadores	S
S	Interruptores de posición	B
T	Transformadores de tensión	T
T	Transformadores de intensidad	T
T	Transformadores	T
U	Transformadores de frecuencia	T
V	Diodos	R
V	Rectificadores	T
V	Transistores	K
Z	Filtros CEM	K
Z	Dispositivos supresores de radio interferencias y de amortiguación de chispas	F

Normas, fórmulas y tablas
Codificación de los aparatos eléctricos

Codificación de aparatos en Estados Unidos y Canadá según NEMA ICS 1-2001, ICS 1.1-1984, ICS 1.3-1986

Para establecer la diferencia entre aparatos con funciones similares, existe la posibilidad de añadir, además de las letras de código que aparecen en la siguiente tabla, tres cifras o letras. Si se utilizan dos o más letras de código, en primer lugar se suele colocar la letra de codificación de la función.

Ejemplo:
El contactor auxiliar que introduce la primera función de mando por impulso se identifica con "1 JCR", siendo:

1 = número

J = Jog (mando por impulso) – Función del aparato

CR = Control relay (contactor auxiliar) – Tipo de aparato

Normas, fórmulas y tablas

Codificación de los aparatos eléctricos

Letras de codificación de aparato o función según NEMA ICS 1-2001, ICS 1.1-1984, ICS 1.3-1986

Letra de codificación	Device or Function	Aparato o función
A	Accelerating	Aceleración
AM	Ammeter	Amperímetro
B	Braking	Frenado
C o CAP	Capacitor, capacitance	Condensador, capacidad
CB	Circuit-breaker	Interruptor automático
CR	Control relay	Contactor auxiliar, contactor de mando
CT	Current transformer	Transformador de intensidad
DM	Demand meter	Contador de consumo
D	Diode	Diodo
DS o DISC	Disconnect switch	Seccionador
DB	Dynamic braking	Frenado dinámico
FA	Field accelerating	Aceleración del campo
FC	Field contactor	Contactor de campo
FD	Field decelerating	Disminución de campo (retardo)
FL	Field-loss	Fallo del campo
F o FWD	Forward	Adelante
FM	Frequency meter	Frecuencímetro
FU	Fuse	Fusible
GP	Ground protective	Protección por toma de tierra
H	Hoist	Elevación
J	Jog	Mando por impulso
LS	Limit switch	Interruptor de posición, interruptor de fin de carrera
L	Lower	Más bajo, reducido
M	Main contactor	Contactor principal
MCR	Master control relay	Conector principal de mando
MS	Master switch	Interruptor general

Normas, fórmulas y tablas

Codificación de los aparatos eléctricos

Letra de codificación	Device or Function	Aparato o función
OC	Overcurrent	Sobrecorriente
OL	Overload	Sobrecarga
P	Plugging, potentiometer	Potenciómetro o dispositivo enchu-fable
PFM	Power factor meter	Medidor del factor de potencia
PB	Pushbutton	Pulsador
PS	Pressure switch	Presostato, interruptor de presión
REC	Rectifier	Rectificador
R o RES	Resistor, resistance	Resistencia, resistor
REV	Reverse	Retroceso
RH	Rheostat	Resistencia de ajuste, reóstato
SS	Selector switch	Interruptor selector
SCR	Silicon controlled rectifier	Tiristor
SV	Solenoid valve	Válvula magnética
SC	Squirrel cage	Motor de jaula de ardilla
S	Starting contactor	Contactor de arranque
SU	Suppressor	Bloqueo, anulación
TACH	Tachometer generator	Tacogenerador
TB	Terminal block, board	Bloque de bornes, regleta de bornes
TR	Time-delay relay	Relé temporizador
Q	Transistor	Transistor
UV	Undervoltage	Tensión mínima
VM	Voltmeter	Voltímetro
WHM	Watthour meter	Contador de vatihoras
WM	Wattmeter	Vatímetro
X	Reactor, reactance	Bobina de inductancia, reactancia

Normas, fórmulas y tablas

Codificación de los aparatos eléctricos

Como alternativa a la identificación de aparato con letras de codificación (device designation) según NEMA ICS 1-2001, ICS 1.1-1984, ICS 1.3-1986, se admite la designación según la clase de aparato (class designation). La identificación con la "class designation" debe servir para facilitar la armonización con las normas internacionales. Las letras de codificación utilizadas en este caso se basan parcialmente en las de IEC 61346-1 (1996-03).

Letras de codificación para la clase de aparato según NEMA ICS 19-2002

Letra de codificación	Aparato o función	Traducción
A	Separate Assembly	Montaje individual
B	Induction Machine, Squirrel Cage Induction Motor Synchro, General • Control Transformer • Control Transmitter • Control Receiver • Differential Receiver • Differential Transmitter • Receiver • Torque Receiver • Torque Transmitter Synchronous Motor Wound-Rotor Induction Motor or Induction Frequency Convertor	Máquina asincrónica, motor de jaula de ardilla Motor asincrónico Sincrotransformador, en general • Transformador de mando • Emisor de impulsos de mando • Receptor de impulsos de mando • Receptor diferencial • Transductor diferencial • Receptor • Receptor de par • Transductor de par Motor síncrono Motor de inducción con rotor bobinado o convertidor de frecuencia de inducción
BT	Battery	Batería
C	Capacitor • Capacitor, General • Polarized Capacitor Shielded Capacitor	Condensador • Condensador, en general • Condensador polarizado Condensador apantallado
CB	Circuit-Breaker (all)	Interruptor automático (todos)

Normas, fórmulas y tablas

Codificación de los aparatos eléctricos

Letra de codificación	Aparato o función	Traducción
D, CR	Diode • Bidirectional Breakdown Diode • Full Wave Bridge Rectifier • Metallic Rectifier • Semiconductor Photosensitive Cell • Semiconductor Rectifier • Tunnel Diode • Unidirectional Breakdown Diode	Diodo • Diodo Zener bidireccional • Rectificador de onda completa • Rectificador seco • Célula fotosensible semiconductora • Rectificador semiconductor • Diodo de túnel • Diodo Zener unidireccional
D, VR	Zener Diode	Diodo Zener
DS	Annunciator Light Emitting Diode Lamp • Fluorescent Lamp • Incandescent Lamp • Indicating Lamp	Señalizador Diodo luminoso Lámpara • Lámpara fluorescente • Lámpara de filamento • Lámpara de señalización
E	Armature (Commutor and Brushes) Lightning Arrester Contact • Electrical Contact • Fixed Contact • Momentary Contact Core • Magnetic Core Horn Gap Permanent Magnet Terminal Not Connected Conductor	Inductor de electroimán (conmutador y cepillos) Protección contra los rayos Contacto, pieza de contacto • Electrocontacto • Contacto fijo • Contacto de impulso fugaz Conductor, núcleo • Núcleo magnético Distancia entre contactos Electroimán permanente Borne Conductor no conectado

Normas, fórmulas y tablas

Codificación de los aparatos eléctricos

Letra de codificación	Aparato o función	Traducción
F	Fuse	Fusible
G	Rotary Amplifier (all) A.C. Generator Induction Machine, Squirrel Cage Induction Generator	Amplificador (todos) Generador de corriente alterna Máquina asincrónica, motor de jaula de ardilla Generador asíncrono
HR	Thermal Element Actuating Device	Interruptor bimetálico
J	Female Disconnecting Device Female Receptacle	Conector hembra de desconexión Conector hembra, enchufe
K	Contactor, Relay	Contactor, contactor auxiliar
L	Coil • Blowout Coil • Brake Coil • Operating Coil Field • Commutating Field • Compensating Field • Generator or Motor Field • Separately Excited Field • Series Field • Shunt Field Inductor Saturable Core Reactor Winding, General	Bobina • Bobina de soplado • Bobina de frenado • Bobina de excitación Campo • Campo de conmutación • Campo de compensación • Campo de generador o de motor • Campo excitado externamente • Campo principal • Campo en derivación Inductor Inductancia saturable Espira, en general
LS	Audible Signal Device • Bell • Buzzer • Horn	Transmisor de señal acústico • Timbre • Zumbador • Claxon
M	Meter, Instrument	Instrumento de medida

Normas, fórmulas y tablas

Codificación de los aparatos eléctricos

Letra de codificación	Aparato o función	Traducción
P	• Male Disconnecting Device • Male Receptable	• Conector de desconexión • Conector macho
Q	Thyristor • NPN Transistor • PNP Transistor	Tiristor • Transistor NPN • Transistor PNP
R	Resistor • Adjustable Resistor • Heating Resistor • Tapped Resistor • Rheostat Shunt • Instrumental Shunt • Relay Shunt	Resistencia • Resistencia regulable • Resistencia de calefacción • Resistencia con toma • Resistencia variable Derivación • Resistencia en derivación para aparatos de medida • Resistencia en derivación para relés
S	Contact • Time Closing Contact • Time Opening Contact • Time Sequence Contact • Transfer Contact • Basic Contact Assembly • Flasher	Contacto, pieza de contacto • Contacto con retardo de cierre • Contacto con retardo de apertura • Contacto de secuencia de tiempo • Contacto de conmutación • Juego de contactos • Señal intermitente

Normas, fórmulas y tablas

Codificación de los aparatos eléctricos

Letra de codificación	Aparato o función	Traducción
S	Switch • Combination Locking and Nonlocking Switch • Disconnect switch • Double Throw Switch • Drum Switch • Flow-Actuated Switch • Foot Operated Switch • Key-Type Switch • Knife Switch • Limit switch • Liquid-Level Actuated Switch • Locking Switch • Master switch • Mushroom Head Operated Switch • Pressure or Vacuum Operated Switch • Pushbutton Switch • Pushbutton Illuminated Switch • Rotary Switch • Selector switch • Single-Throw Switch • Speed Switch • Stepping Switch • Temperature-Actuated Switch • Time Delay Switch • Toggle Switch • Transfer Switch • Wobble Stick Switch Thermostat	Interruptor • Combinación de interruptores, enclavado y no enclavado • Desconector • Interruptor de doble palanca • Controlador de tambor • Interruptor de paso • Interruptor de pie • Interruptor maniobrado por llave • Interruptor de cuchilla • Interruptor de posición • Interruptor de boya • Interruptor de enclavamiento • Interruptor general • Interruptor/pulsador de seta • Presostato/interruptor de funcionamiento en vacío • Pulsador • Pulsador luminoso • Botón rotatorio, interruptor de levas • Interruptor selector • Interruptor de palanca única • Conmutador de polos • Conmutador de escalones • Interrutpor controlado por la temperatura • Interruptor temporizador • Interruptor basculante • Conmutador • Interruptor de palanca Termostato

Normas, fórmulas y tablas

Codificación de los aparatos eléctricos

Letra de codificación	Aparato o función	Traducción
T	Transformer • Current transformer • Transformer, General • Polyphase Transformer • Potential Transformer	Transformador • Transformador de intensidad • Transformador, en general • Transformador multifase • Transformador de tensión
TB	Terminal Board	Cuadro de bornes
TC	Thermocouple	Termoelemento
U	Inseparable Assembly	Montaje fijo, conexión fija
V	Pentode, Equipotential Cathode Photo-tube, Single Unit, Vacuum Type Triode Tube, Mercury Pool	Pentodo, cátodo equipotencial foto-tubo, una sola parte, Tipo de vacío Triodo Tubo, charco de cátodo
W	Conductor • Associated • Multiconductor • Shielded Conductor, General	Conductor, cable • Cable normalizado • Semirígido • Apantallado Conductor, en general
X	Tube Socket	Portatubo

Normas, fórmulas y tablas

Símbolos para esquemas Europa – América del Norte

Símbolos para esquemas según DIN EN, NEMA ICS

La siguiente comparación de símbolos para esquemas se basa en las normas nacionales/internacionales:

- DIN EN 60617-2 a DIN EN 6017-12
- NEMA ICS 19-2002

Denominación	DIN EN	NEMA ICS
Conductores, interconexiones		
Derivación de conductores	03-02-04 o 03-02-05	o
Conexión de conductores	03-02-01	
Conexión (p. ej. borne)	03-02-02	
Regleta de bornes	1 2 3 4 03-02-03	1 2 3 4
Conductor	03-01-01	

9

Normas, fórmulas y tablas

Símbolos para esquemas Europa – América del Norte

Denominación	DIN EN	NEMA ICS
Cable, proyectado	103-01-01	
Línea de aplicación, en general	02-12-01	
Línea de aplicación, opcional en pequeñas distancias	02-12-04	
Línea de limitación, línea de separación, p. ej. entre dos paneles de mando	02-01-06	
Línea de limitación, p. ej. para delimitar elementos de conexión	02-01-06	
Protección apantallada	02-01-07	
Tierra, en general	02-15-01	GRD
Puesta a tierra de protección	02-15-03	
Conector hembra y conector macho, unión enchufable	03-03-05 o 03-03-06	
Punto de seccionamiento, brida, cerrado	03-03-18	

Normas, fórmulas y tablas

Símbolos para esquemas Europa – América del Norte

Denominación	DIN EN	NEMA ICS
Componentes pasivos		
Resistencia, en general	04-01-02 o 04-01-02	o RES
Resistencia con tomas fijas	04-01-09	o
Resistencia, modificable, en general	04-01-03	
Resistencia, regulable		RES
Resistencia con contacto rozante, potenciómetro	04-01-07	
Devanado, inductividad, en general	04-03-01 o 04-03-02	x
Devanado con toma fija	04-03-06	x
Condensador, en general	04-02-01 o 04-02-02	o
Condensador con toma	104-02-01	

Normas, fórmulas y tablas

Símbolos para esquemas Europa – América del Norte

Denominación	DIN EN	NEMA ICS
Aparatos de señalización		
Señalización visual, en general		*con indicación de color
Lámpara de señalización, en general	08-10-01	o o *con indicación de color
Zumbador	08-10-11 o 08-10-10	ABU
Claxon, bocina	08-10-05	HN
Accionamientos		
Accionamiento manual, en general	02-13-01	
Accionamiento por presión	02-13-05	
Accionamiento por tracción	02-13-03	
Accionamiento por giro	02-13-04	
Accionamiento por llave	02-13-13	
Accionamiento por rodillo, sonda	02-13-15	

Normas, fórmulas y tablas

Símbolos para esquemas Europa – América del Norte

Denominación	DIN EN	NEMA ICS
Accionamiento magnético, en general	02-13-20	
Cerrojo del interruptor con validación mecánica	102-05-04	
Accionamiento mediante motor	M 02-13-26	MOT
Interruptor de emergencia	02-13-08	
Accionamiento por protección electromagnética contra sobreintensidad	02-13-24	
Accionamiento por protección térmica contra sobreintensidad	02-13-25	OL
Mando por accionamiento electromagnético	02-13-23	
Accionamiento por nivel de fluido	02-14-01	
Accionamientos electromecánicos, electromagnéticos		
Accionamiento electromecánico, en general, bobina de relé, en general	07-15-01	0 0 × × Letra de identificación del aparato
Accionamiento con propiedades especiales, en general		

9

Normas, fórmulas y tablas

Símbolos para esquemas Europa – América del Norte

Denominación	DIN EN	NEMA ICS
Accionamiento electromecánico con temporización de trabajo	07-15-08	SO
Accionamiento electromecánico con temporización de reposo	07-15-07	SR
Accionamiento electromecánico con temporización de trabajo y reposo	07-15-09	SA
Accionamiento electromecánico de un relé térmico	07-15-21	
Módulos de conexión		
Contacto de cierre	07-02-01 o 07-02-02	o
Contacto de apertura	07-02-03	o
Contacto conmutado con seccionamiento	07-02-04	o
Contacto auxiliar adelantado de un juego de contactos	07-04-01	TC, TDC, EM
Contacto de apertura retrasado de un juego de contactos	07-04-03	TO, TDO, LB
Contacto de cierre, el accionamiento cierra con retraso	07-05-02 o 07-05-01	T.C.
Contacto de apertura, cierra con retardo a desconexión	07-05-03 o 07-05-04	T.O.

Normas, fórmulas y tablas

Símbolos para esquemas Europa – América del Norte

Denominación	DIN EN	NEMA ICS
Aparatos de mando		
Interruptor de pulsación (sin enclavamiento)	07-07-02	PB
Conmutador de impulso con contacto de apertura, accionamiento manual por presión, p. ej. pulsador		PB
Conmutador de impulso con contacto de cierre y apertura, accionamiento manual por presión		PB
Conmutador de impulso con posición de enclavamiento y 1 contacto de cierre, accionamiento manual por presión		PB
Conmutador de impulso con posición de enclavamiento y 1 contacto de apertura, accionamiento manual mediante golpe (p. ej. pulsador de seta)		
Interruptor de posición (contacto de cierre) Interruptor de fin de carrera (contacto de cierre)	07-08-01	LS
Interruptor de posición (contacto de apertura) Interruptor de fin de carrera (contacto de apertura)	07-08-02	LS
Conmutador de impulso con contacto de cierre, accionamiento mecánico, contacto de cierre cerrado		LS

Normas, fórmulas y tablas

Símbolos para esquemas Europa – América del Norte

Denominación	DIN EN	NEMA ICS
Conmutador de impulso con contacto de apertura, accionamiento mecánico, contacto de apertura abierto		LS
Detector de proximidad (contacto de apertura), accionamiento por aproximación de hierro	Fe 07-20-04	
Detector de proximidad, inductivo, comportamiento como contacto de cierre	Fe	
Dispositivo detector de proximidad, símbolo de bloque	07-19-02	
Relé de potencia activa mínima, presostato, contacto de cierre	P< 07-17-03	P 0
Presostato, contacto de apertura	P>	P 0
Interruptor de boya, contacto de cierre		
Interruptor de boya, contacto de apertura		

9

Normas, fórmulas y tablas

Símbolos para esquemas Europa – América del Norte

Denominación	DIN EN	NEMA ICS
Aparatos de conexión		
Contactor (contacto de cierre)	07-13-02	× letra de identificación
Contactor de 3 polos con tres disparadores de sobreintensidad electrotérmicos		OL × letra de identificación
Seccionador de 3 polos	07-13-06	DISC
Interruptor automático de 3 polos	07-13-05	CB
Interruptor de 3 polos con cerrojo del interruptor con tres disparadores de sobreintensidad electrotérmicos, tres disparadores de sobreintensidad electromagnéticos, interruptor protector de motor	107-05-01	
Fusible, en general	07-21-01	FU
Transformadores, transformadores de intensidad		
Transformadores con dos devanados	06-09-02 06-09-01	

9

Normas, fórmulas y tablas

Símbolos para esquemas Europa – América del Norte

Denominación	DIN EN	NEMA ICS
Autotransformador	06-09-07 o 06-09-06	o
Transformador de intensidad	06-09-11 o 06-09-10	
Máquinas		
Generator	G 06-04-01	G o GEN
Motor, en general	M 06-04-01	M o MOT
Motor de corriente continua, en general	M 06-04-01	M
Motor de corriente alterna, en general	M ~ 06-04-01	M ~
Motor asincrónico de corriente trifásica de jaula de ardilla	M 3~ 06-08-01	
Motor asincrónico de corriente trifásica con anillos colectores	M 3~ 06-08-03	

Normas, fórmulas y tablas

Símbolos para esquemas Europa – América del Norte

Denominación	DIN EN	NEMA ICS
Componentes semiconductores		
Entrada estática		
Salida estática		
Negación, representada en una entrada	12-07-01	
Negación, representada en una salida	12-07-02	
Entrada dinámica, modificación de estado de 0 a 1 (L/H)	12-07-07	
Entrada dinámica con negación, modificación de estado de 1 a 0 (H/L)	12-07-08	
Elemento AND, en general	& 12-27-02	A
Elemento OR, en general	≥ 1 12-27-01	OR
Elemento NOT, inversor	1 12-27-11	OR
AND con salida negada, NAND	1 2 13 & 12-28-01	A

Normas, fórmulas y tablas

Símbolos para esquemas Europa – América del Norte

Denominación	DIN EN	NEMA ICS
OR con salida negada, NOR	3 4 5 ≥ 1 12-28-02	OR
Elemento OR exclusivo, en general	= 1 12-27-09	OE
Elemento basculante RS (Flipflop)	S R 12-42-01	S FF 1 T C 0
Elemento monoestable, no se puede disparar durante el impulso de salida, en general	1 12-44-02	SS
Retardo, variable con indicación de los valores de retardo	02-08-05	TP Adj. m/ms
Diodo semiconductor, en general	05-03-01	(A) (K)
Diodo para funcionamiento de limitación Diodo Z	05-03-06	
Diodo luminoso, en general	05-03-02	
Diodo bidireccional, diac	05-03-09	(T) (T)
Tiristor, en general	05-04-04	(A) (K)

9

Normas, fórmulas y tablas

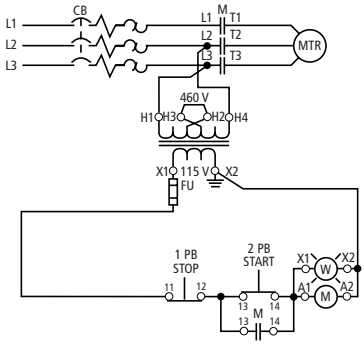
Símbolos para esquemas Europa – América del Norte

Denominación	DIN EN	NEMA ICS
Transistor PNP	05-05-01	(A) (K) o (E) (C (B)
Transistor NPN, en el cual el colector está unido a la caja	05-05-02	(K) (A) o (E) (C) (B)

Normas, fórmulas y tablas

Ejemplo de esquema de conexión según las normas norteamericanas

Arrancador de motor directo
Sin fusibles con interruptor automático



Normas, fórmulas y tablas

Organismos de homologación internacionales

Abreviatura	Denominación completa	País
ABS	**A**merican **B**ureau of **S**hipping Sociedad de clasificación naval	EEUU
AEI	**A**ssoziazione **E**lettrotechnica ed Elettronica **I**taliana Asociación electrotécnica y electrónica italiana	Italia
AENOR	**A**sociacion **E**spañola de **Nor**malización y Certificación	España
ALPHA	Gesellschaft zur Prüfung und Zertifizierung von Niederspannungsgeräten Asociación alemana de organismos de ensayo	Alemania
ANSI	**A**merican **N**ational **S**tandards **I**nstitute	EEUU
AS	**A**ustralian **S**tandard	Australia
ASA	**A**merican **S**tandards **A**ssociation Asociación americana de normas	EEUU
ASTA	**A**ssociation of **S**hort-Circuit **T**esting **A**uthorities Asociación de organismos de ensayo	Gran Bretaña
BS	**B**ritish **S**tandard	Gran Bretaña
BV	**B**ureau **V**eritas Sociedad de clasificación naval	Francia
CEBEC	**C**omité **E**lectrotechnique **Be**lge Marca de calidad belga de productos electrotécnicos	Bélgica
CEC	**C**anadian **E**lectrical **C**ode	Canadá
CEI	**C**omitato **E**lettrotecnico **I**taliano Organización de normalización italiana	Italia
CEI	**C**ommission **E**lectrotechnique **I**nternationale Comisión electrotécnica internacional	Suiza
CEMA	**C**anadian **E**lectrical **M**anufacturers' **A**ssociation Asociación de la industria electrónica canadiense	Canadá
CEN	Comité Européen de Normalisation Comité de normalización europeo	Europa
CENELEC	**C**omité **E**uropéen de coordination de **N**ormalisation **Élec**-trotechnique Comité europeo para la normalización electrotécnica	Europa

Normas, fórmulas y tablas

Organismos de homologación internacionales

Abreviatura	Denominación completa	País
CSA	**C**anadian **S**tandards **A**ssociation Asociación de normalización canadiense, norma canadiense	Canadá
DEMKO	**D**anmarks **E**lektriske **M**aterielkontrol Control danés de materiales para productos electrotécnicos	Dinamarca
DIN	**D**eutsches **I**nstitut für **N**ormung Instituto alemán de normalización	Alemania
DNA	**D**eutscher **N**ormenausschuss Comité de normalización alemán	Alemania
DNV	**D**et **N**orsk **V**eritas Sociedad de clasificación naval	Noruega
EN	Norma europea	Europa
ECQAC	**E**lectronic **C**omponents **Q**uality **A**ssurance **C**ommittee Comité de componentes con consistencia confirmada	Europa
ELOT	Hellenic Organization for Standardization Organización de normalización griega	Grecia
EOTC	**E**uropean **O**rganization for **T**esting and **C**ertification Organización europea para la evaluación de conformidad	Europa
ETCI	**E**lectro**t**echnical **C**ouncil of **I**reland Organización de normalización irlandesa	Irlanda
GL	**G**ermanischer **L**loyd Sociedad de clasificación naval	Alemania
HD	Documento de armonización	Europa
IEC	**I**nternational **E**lectrotechnical **C**ommission Comisión electrotécnica internacional	–
IEEE	**I**nstitute of **E**lectrical and **E**lectronics **E**ngineers Asociación de ingeniería electrotécnica y electrónica	EEUU
IPQ	**I**nstituto **P**ortoguês da **Q**ualidade Instituto de calidad portugués	Portugal
ISO	**I**nternational **O**rganization for **S**tandardization Organización internacional de normalización	–
JEM	**J**apanese **E**lectrical **M**anufacturers Association Asociación de la industria electrónica	Japón

Normas, fórmulas y tablas

Organismos de homologación internacionales

Abreviatura	Denominación completa	País
JIC	**J**oint **I**ndustry **C**onference Asociación global de la industria	EEUU
JIS	**J**apanese **I**ndustrial **S**tandard	Japón
KEMA	**K**euring van **E**lektrotechnische **M**aterialen Instituto de ensayo para productos electrotécnicos	Países Bajos
LOVAG	**L**ow **V**oltage Agreement Group	–
LRS	**L**loyd's **R**egister of **S**hipping Sociedad de clasificación naval	Gran Bretaña
MITI	**M**inistry of **I**nternational **T**rade and **I**ndustry Ministerio de comercio exterior e industria	Japón
NBN	**N**orme **B**elge Norma belga	Bélgica
NEC	**N**ational **E**lectrical **C**ode Código nacional para electrotecnia	EEUU
NEMA	**N**ational **E**lectrical **M**anufacturers **A**ssociation Asociación de la industria electrónica	EEUU
NEMKO	**N**orges **E**lektrische **M**ateriell**ko**ntroll Instituto de ensayo noruego para productos electrotécnicos	Noruega
NEN	**Ne**derlands **N**orm Norma neerlandesa	Países Bajos
NFPA	**N**ational **F**ire **P**rotection **A**ssociation Sociedad norteamericana de prevención de incendios	EEUU
NKK	**N**ippon **K**aiji **K**yakai Sociedad japonesa para clasificación	Japón
OSHA	**O**ccupational **S**afety and **H**ealth **A**dministration Oficina para la protección laboral e higiene en el trabajo	EEUU
ÖVE	**Ö**sterreichischer **V**erband für **E**lektrotechnik Asociación austríaca de electrotecnia	Austria
PEHLA	**P**rüfstelle **e**lektrischer **H**och**l**eistungs**a**pparate der Gesellschaft für elektrische Hochleistungsprüfungen Organismo de ensayo de aparatos de alta potencia eléctricos de la sociedad de ensayos de alta potencia eléctricos	Alemania

Normas, fórmulas y tablas

Organismos de homologación internacionales

Abreviatura	Denominación completa	País
PRS	**P**olski **R**ejestr **S**tatków Sociedad de clasificación naval	Polonia
PTB	**P**hysikalisch-**T**echnische **B**undesanstalt Instituto federal físico-técnico	Alemania
RINA	**R**egistro **I**taliano **Na**vale Sociedad de clasificación naval italiana	Italia
SAA	**S**tandards **A**ssociation of **A**ustralia	Australia
SABS	**S**outh **A**frican **B**ureau of **S**tandards	República Suráfrica
SEE	**S**ervice de l'**E**nergie de l'**E**tat Autoridad luxemburguesa de normalización, ensayo y certificación	Luxemburgo
SEMKO	**S**venska **E**lektriska **M**aterielkontrollanstalten Oficinas verificadoras suecas de productos electrotécnicos	Suecia
SEV	**S**chweizerischer **E**lektrotechnischer **V**erein Asociación electrotécnica suiza	Suiza
SFS	Suomen Standardisoimisliitlo r.y. Asociación de normalización finlandesa, norma finlandesa	Finlandia
STRI	The Icelandic Council for Standardization Organización de normalización islandesa	Islandia
SUVA	**S**chweizerische **U**nfall**v**ersicherungs-**A**nstalt Institución de seguros de accidentes suiza	Suiza
TÜV	**T**echnischer **Ü**berwachungs**v**erein Asociación de control técnico	Alemania
UL	**U**nderwriters' **L**aboratories Inc. Laboratorios de seguros asociados	EEUU
UTE	**U**nion **T**echnique de l'**E**lectricité Asociación electrotécnica	Francia
VDE	Verband der Elektrotechnik, Elektronik, Informationstechnik (früher **V**erband **D**eutscher **E**lektrotechniker) Asociación de electrotecnia, electrónica, tecnología de la información	Alemania
ZVEI	**Z**entral**v**erband **E**lektrotechnik- und Elektronik**i**ndustrie Asociación central de la industria electrotécnica y electrónica	Alemania

Normas, fórmulas y tablas

Organismos de ensayo y marcas de homologación

Organismos de ensayo y marcas de homologación en Europa y América del Norte

En su equipamiento básico, los aparatos de Moeller poseen todas las aprobaciones internacionales necesarias, incluidas las de EE.UU.

Algunos aparatos, p. ej. los interruptores automáticos, pueden aplicarse en todo el mundo en su modelo básico, con la excepción de EE.UU. y Canadá. Para su exportación a América del Norte los aparatos se suministran en una ejecución especial homologada según UL y CSA.

En todos los casos, deberán tenerse en cuenta las normas de fabricación y de servicio especiales específicas del país, los materiales y tipos de instalación, así como las circunstancias especiales, como p. ej. condiciones climáticas adversas.

Desde enero de 1997, todos los aparatos que cumplen la directiva de baja tensión europea y que están homologados para venderse en la Unión Europea disponen del símbolo CE.

El símbolo CE indica que el aparato marcado cumple todos los requisitos y normas necesarias. De este modo, la obligación de etiquetado permite una aplicación ilimitada de estos aparatos en el espacio económico europeo.

Puesto que los aparatos que disponen del símbolo CE cumplen las normas armonizadas, en algunos países ya no se precisa la homologación ni identificación (→ tabla, página 9-32).

Como excepción cabe citar el material de instalación. El grupo de aparatos de los interruptores automáticos y diferenciales sigue teniéndose que identificar en algunos campos concretos y por tanto dispone de los símbolos de homologación correspondientes.

País	Organismo de ensayo	Símbolo	Incluido en el símbolo CE
Bélgica	Comité Electrotechnique Belge Belgisch Elektrotechnisch Comité (CEBEC)	CEBEC	sí, excepto el material de instalación
Dinamarca	Danmarks Elektriske Materielkontrol (DEMKO)	D	sí
Alemania	Verband Deutscher Elektrotechniker	VDE	sí, excepto el material de instalación
Finlandia	FIMKO	FI	sí
Francia	Union Technique de l'Electricité (UTE)	NF USE	sí, excepto el material de instalación

Normas, fórmulas y tablas

Organismos de ensayo y marcas de homologación

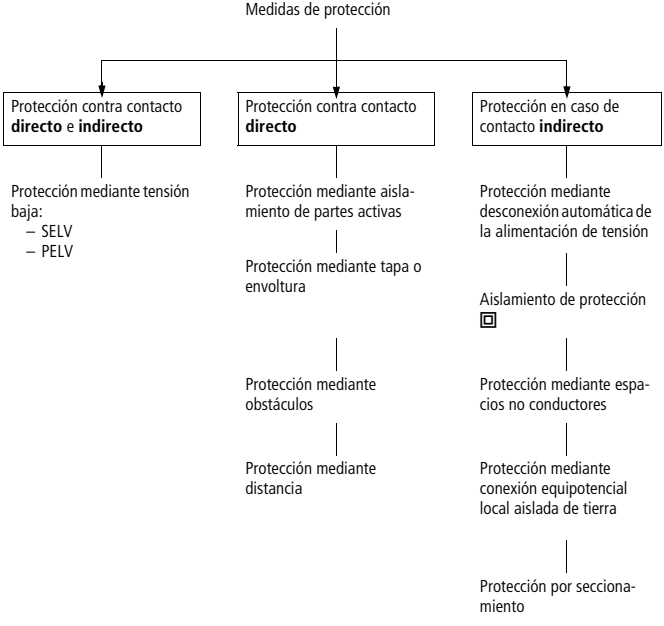
País	Organismo de ensayo	Símbolo	Incluido en el símbolo CE
Canadá	Canadian Standards Association (CSA)		no, símbolos de homologación UL y CSA adicionales o separados
Países Bajos	Naamloze Vennootschap tot Keuring van Electrotechnische Materialien (KEMA)		sí
Noruega	Norges Elektriske Materiellkontrol (NEMKO)		sí
Rusia	Goststandart(GOST-)R		no
Suecia	Svenska Elektriska Materiel-kontrollanstalten (SEMKO)		sí
Suiza	Schweizerischer Elektrotechnischer Verein (SEV)		sí, excepto el material de instalación
República Checa	–	–	no, la declaración del fabricante es suficiente
Hungría	–	–	no, la declaración del fabricante es suficiente
EEUU	Underwriters Laboratories Listing Recognition		no, símbolos de homologación UL y CSA adicionales o separados

Normas, fórmulas y tablas
Medidas de protección

Protección frente a descarga eléctrica según IEC 364-4-41/VDE 0100 parte 410

En este caso, se diferencia entre protección contra contactos directos, protección contra contactos indirectos y protección contra contactos directos e indirectos.

- **Protección contra contactos directos**
  Se trata de todas las medidas necesarias para la protección de personas y animales contra los riesgos que pueda entrañar el contacto con partes activas de aparatos eléctricos.
- **Protección contra contactos indirectos**
  Se trata de la protección de personas y animales, que pueden producirse en caso de error al entrar en contacto con el cuerpo o elementos conductores extraños.



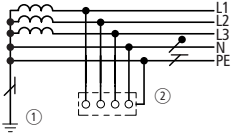
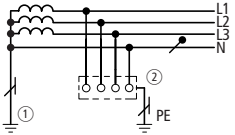
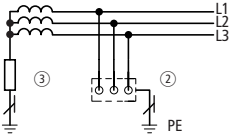
La protección debe garantizarse mediante a) el propio aparato o b) la aplicación de las medidas de protección en el momento de la instalación o c) una combinación de a) y b).

Normas, fórmulas y tablas
Medidas de protección

Medida de protección contra contacto indirecto con desconexión o señalización

Las condiciones de desconexión se determinan según el tipo de sistema de distribución disponible y el dispositivo de protección seleccionado.

Sistemas según IEC 364-3/VDE 0100 parte 310

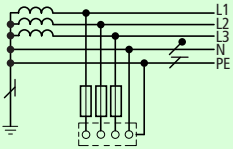
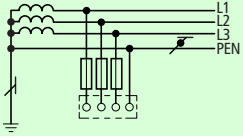
Sistemas según el tipo de conexión a tierra	Significado de las siglas
Sistema TN 	T: puesta a tierra directa de un punto (tierra de la red) N: masas conectadas directamente a la tierra de la red
Sistema TT 	T: puesta a tierra directa de un punto (tierra de la red) T: masas conectadas a tierra directamente, independientemente de la puesta a tierra de la alimentación (tierra de la red)
Sistema IT 	I: aislamiento de todas las partes activas respecto a tierra o conexión de un punto a tierra mediante una impedancia T: masas conectadas a tierra directamente, independientemente de la puesta a tierra de la alimentación (tierra de la red)

1 Tierra de la red
2 Masas
3 Impedancia

Normas, fórmulas y tablas

Medidas de protección

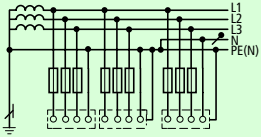
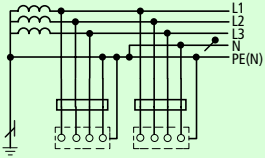
Dispositivo de protección y condiciones de desconexión según IEC 364-4-1/VDE 0100 parte 410

Tipo de sistema de distribución	**Sistema TN**		
Protección mediante	Circuito básico	Denominación hasta ahora	Condición de desconexión
Dispositivo de protección contra sobreintensidad	Sistema TN-S conductor neutro y conductor de protección independientes en toda la red  		$Z_s \times I_a \leqq U_0$ Z_s = impedancia del bucle de defecto I_a = intensidad que provoca la desconexión en : • $\leqq$ 5 s • $\leqq$ 0,2 s en circuitos eléctricos hasta 35 A con enchufes y aparatos eléctricos que puedan trasladarse y sosternerse en la mano U_0 = tensión asignada contra conductor puesto a tierra
Fusibles Pequeños interruptores automáticos Interruptores automáticos	Sistema TN-C Las funciones del conductor neutro y del conductor protector están combinadas en un sólo conductor, el conductor PEN, en toda la red  	Puesta a neutro	

Normas, fórmulas y tablas

Medidas de protección

Dispositivo de protección y condiciones de desconexión según IEC 364-4-1/VDE 0100 parte 410

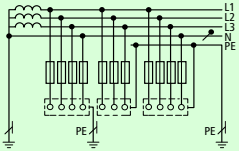
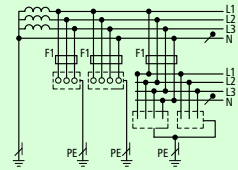
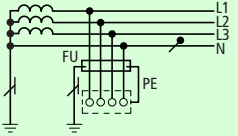
Tipo de sistema de distribución	**Sistema TN**		
Protección mediante	Circuito básico	Denominación hasta ahora	Condición de desconexión
Dispositivo de protección contra sobreintensidad	Sistema TN-C-S Las funciones del conductor neutro y del conductor protector están combinadas en un sólo conductor, el conductor PEN, en una parte de la red  		
Dispositivo de protección contra intensidad de defecto	 	Circuito protector FI	$Z_s \times I_{\Delta n} \leqq U_0$ $I_{\Delta n}$ = intensidad nominal de defecto U_0 = límite de la tensión de contacto admisible*: ($\leqq$ 50 V AC, $\leqq$ 120 V DC)
Dispositivo de protección contra tensión de defecto (caso especial)			
Dispositivo de control de aislamiento			

* → tabla, página 9-41

Normas, fórmulas y tablas

Medidas de protección

Dispositivo de protección y condiciones de desconexión según IEC 364-4-1/VDE 0100 parte 410

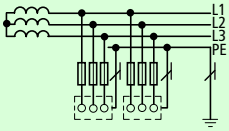
Tipo de sistema de distribución	**Sistema TT**		
Protección mediante	Circuito básico	Denominación hasta ahora	Condiciones de señalización/desconexión
Dispositivo de protección contra sobreintensidad Fusibles Pequeños interruptores automáticos Interruptores automáticos		Tierra de protección	$R_A \times I_a \leqq U_L$ R_A = resistencia de puesta a tierra de las tierras de las masas I_a = intensidad que provoca la desconexión automática en $\leqq$ 5 s U_L = límite de la tensión de contacto admisible*: ($\leqq$ 50 V AC, $\leqq$ 120 V DC)
Dispositivo de protección contra intensidad de defecto		Circuito protector FI	$R_A \times I_{\Delta n} \leqq U_L$ $I_{\Delta n}$ = intensidad nominal de defecto
Dispositivo de protección contra tensión de defecto (caso especial)		Circuito protector FU	R_A: máx. 200 Ω

* → tabla, página 9-41

Normas, fórmulas y tablas

Medidas de protección

Dispositivo de protección y condiciones de desconexión según IEC 364-4-1/VDE 0100 parte 410

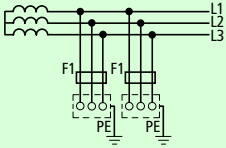
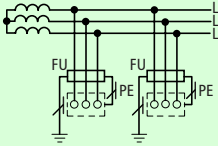
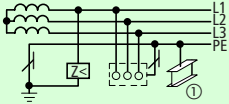
Tipo de sistema de distribución	**Sistema TT**		
Protección mediante	Circuito básico	Denominación hasta ahora	Condiciones de señalización/desconexión
Dispositivo de vigilancia de aislamiento	–		
Dispositivo de protección contra sobreintensidad		realimentación en la puesta a neutro	$R_A \times I_d \leqq U_L$ (1) $Z_S \times I_a \leqq U_0$ (2) R_A = resistencia de puesta a tierra de todas las masas unidas a un conductor de tierra I_d = intensidad de defecto en caso del primer defecto con impedancia despreciable entre un conductor externo y el conductor de protección o una masa unida a éste U_L = límite de la tensión de contacto admisible*: $\leqq$ 50 V AC, $\leqq$ 120 V DC

* → tabla, página 9-41

Normas, fórmulas y tablas

Medidas de protección

Dispositivo de protección y condiciones de desconexión según IEC 364-4-1/VDE 0100 parte 410

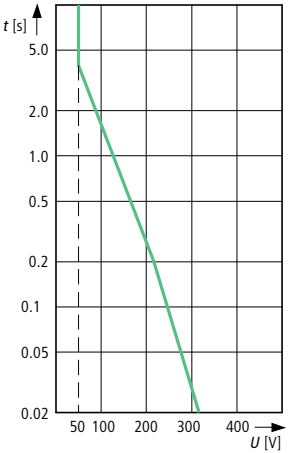
Tipo de sistema de distribución	**Sistema IT**		
Protección mediante	Circuito básico	Denominación hasta ahora	Condiciones de señalización/desconexión
Dispositivo de protección contra intensidad de defecto		Circuito protector FI	$R_A \times I_{\Delta n} \leqq U_L$ $I_{\Delta n}$ = intensidad nominal de defecto
Dispositivo de protección contra tensión de defecto (caso especial)		Circuito protector FU	R_A: máx. 200 Ω
Dispositivo de vigilancia de aislamiento	 ① compensación adicional de potencial	Sistema de conductores de protección	$R \times I_a \leqq U_L$ R = resistencia entre masas y piezas conductoras extrañas que pueden tocarse simultáneamente

* → tabla, página 9-41

Normas, fórmulas y tablas
Medidas de protección

El dispositivo de protección debe desconectar automáticamente el componente afectado de la instalación. No debe generarse en ningún punto de la instalación una tensión de contacto ni una duración de actuación superior a los valores indicados en la siguiente tabla. La tensión límite establecida a escala internacional para un tiempo de corte máximo de 5 s es de 50 V AC o 120 DC.

Tiempo de actuación máximo admisible dependiendo de la tensión de contacto según IEC 364-4-41



Tensión de contacto que puede producirse		Tiempo máx. admisible de desconexión
AC $_{eff}$ [V]	DC $_{eff}$ [V]	[s]
< 50	< 120	•
50	**120**	**5,0**
75	140	1,0
90	160	0,5
110	**175**	**0,2**
150	200	0,1
220	250	0,05
280	310	0,03

Notas

Normas, fórmulas y tablas

Protección contra sobreintensidad de cables y conductores

Los cables y conductores deben protegerse mediante órganos de protección de sobreintensidad contra un aumento de temperatura excesivo, que puede ser la consecuencia tanto de una sobrecarga ordinaria como de un cortocircuito.

Protección contra sobrecarga

La protección contra sobrecarga consiste en disponer de dispositivos de protección capaces de seccionar las intensidades de sobrecarga en los conductores de un circuito eléctrico, antes de que se pueda generar un calentamiento perjudicial para el aislamiento de los conductores, los puntos de conexión y de unión y para el entorno de los conductores y cables.

Para la protección contra sobrecarga de conductores tienen que cumplirse las siguientes condiciones (fuente: DIN VDE 0100-430)

$$I_B \leqq I_n \leqq I_Z$$

$$I_2 \leqq 1{,}45\, I_Z$$

I_B intensidad de empleo prevista del circuito eléctrico

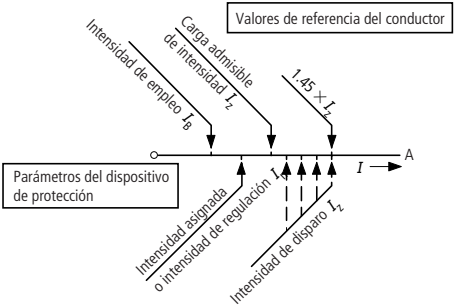
I_Z carga admisible de intensidad del conductor o del cable

I_n intensidad asignada del dispositivo de protección

Nota:

en caso de dispositivos de protección regulables In corresponde al valor de regulación.

I_2 intensidad que provoca un disparo del dispositivo de protección, en las condiciones establecidas en las especificaciones del aparato (elevada intensidad de prueba).



Especificación de los dispositivos de protección para la protección contra sobrecarga

Los dispositivos de protección contra sobrecarga deben estar situados en la entrada de cada circuito eléctrico y en todos los puntos en los que se reduzca la carga admisible de intensidad, en la medida en que un dispositivo de protección preconectado no pueda garantizar la protección necesaria.

Normas, fórmulas y tablas

Protección contra sobreintensidad de cables y conductores

Nota:

Las causas para la reducción de la carga admisible de intensidad pueden ser:

reducción de la sección del conductor, tipo de conexión diferente, aislamiento distinto del conductor, número distinto de conductores.

No se permite instalar dispositivos de protección contra sobrecarga, si el seccionamiento del circuito eléctrico pueda representar un peligro. En dicho caso, los circuitos eléctricos deberán disponerse de modo que se pueda descartar la aparición de intensidades de sobrecarga.

Ejemplos:

- Circuitos de excitación de máquinas rotativas
- Circuitos de alimentación de electroimanes elevadores
- Circuitos de secundario de transformadores de intensidad
- Circuitos eléctricos de seguridad.

Protección contra cortocircuito

La protección contra cortocircuito consiste en disponer de dispositivos de protección capaces de seccionar las intensidades de cortocircuito en los conductores de un circuito eléctrico, antes de que se pueda generar un calentamiento perjudicial para el aislamiento de los conductores, los puntos de conexión y de unión y para el entorno de los conductores y cables.

Por lo general, el tiempo de corte admisible t para cortocircuitos hasta 5 s de duración puede determinarse de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$t = \left(k \times \frac{S}{I}\right)^2 \quad \text{o} \quad I^2 \times t = k^2 \times S^2$$

Siendo:

t: tiempo de corte admisible en caso de cortocircuito en s

S: sección del conductor en mm²

I: intensidad en caso de cortocircuito en A

k: constante con los valores

- 115 con conductores de cobre aislados con PVC
- 74 con conductores de aluminio aislados con PVC
- 135 con conductores de cobre aislados con goma
- 87 con conductores de aluminio aislados con goma
- 115 con uniones soldadas en conductores de cobre

Con tiempos de corte admisibles muy cortos (< 0.1 s), el productor resultante de la ecuación $k^2 \times S^2$ debe ser superior al valor especificado por el fabricante $I^2 \times t$ del dispositivo de protección limitador de intensidad.

Nota:

Se cumple esta condición si existe un fusible protector del conductor hasta 63 A de intensidad nominal y la sección mínima del conductor que debe protegerse es de como mínimo 1,5 mm² Cu.

Especificación sobre dispositivos de protección contra cortocircuito

Los dispositivos de protección contra cortocircuito deben estar situados en la entrada de cada circuito eléctrico y en todos los puntos en los que se reduzca la capacidad de carga de la intensidad de cortocircuito, en la medida en que un dispositivo de protección preconectado no pueda garantizar la protección necesaria en caso de cortocircuito.

Normas, fórmulas y tablas

Protección contra sobreintensidad de cables y conductores

Nota:
Las causas para la reducción de la capacidad de carga de la intensidad de cortocircuito pueden ser: reducción de la sección del conductor o aislamiento distinto del conductor.

Es preciso renunciar a la protección contra cortocircuitos en todos los casos en que el seccionamiento del circuito eléctrico pueda suponer un riesgo.

Protección del conductor de fase y del conductor neutro (conductor central)

Protección de los conductores externos
Deben preverse órganos de protección de sobreintensidad en todos los conductores de fase: estos dispositivos deben ser capaces de provocar la desconexión del conductor en el que se manifiesta la sobreintensidad, sin que ello signifique necesariamente la desconexión del resto de conductores activos.

Nota:
En el caso de que la desconexión de un sólo conductor de fase pueda entrañar algún riesgo, p. ej. en motores trifásicos, deberá adoptarse una medida adecuada. Los interruptores protectores de motor e interruptores automáticos siempre desconectan los 3 polos.

Protección del conductor neutro en

1. Instalaciones con punto de estrella conectado directamente a tierra **(sistemas TN o TT)**

Si la sección del conductor neutro es menor que la del conductor de fase, deberá preverse un control de sobreintensidad en el conductor neutro apropiado para su sección; este control de sobreintensidad deberá poder provocar la desconexión del conductor de fase, sin que ello signifique necesariamente la desconexión del conductor neutro.

No obstante, se admite prescindir de un control de sobreintensidad en el conductor neutro en caso de que:

- el conductor neutro esté protegido contra cortocircuito mediante el dispositivo de protección de los conductores de fase y
- la intensidad máxima que pueda circular por el conductor neutro en servicio normal sea considerablemente inferior al valor de la carga admisible de intensidad de este conductor.

Nota:
Se cumple esta segunda condición si la potencia transmitida se distribuye con la mayor uniformidad posible a los conductores externos, p. ej. cuando la suma de la potencia absorbida de las cargas conectadas entre el conductor externo y el conductor neutro, como sucede en luminarias y cajas de enchufe, es mucho menor que la potencia total transmitida a través del circuito eléctrico. La sección del conductor neutro no deberá ser inferior a los valores que se indican en la tabla de la página siguiente.

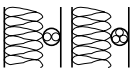
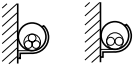
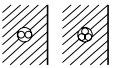
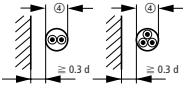
2. Instalaciones con punto de estrella no conectado directamente a tierra **(sistema IT)**

Si es necesaria la conducción del conductor neutro, en el conductor neutro de cada circuito eléctrico debe preverse un control de sobreintensidad que provoque la desconexión de todos los conductores activos del circuito eléctrico afectado (incluido el conductor neutro).

Puede prescindirse de este control de sobreintensidad en el caso de que el conductor neutro en cuestión esté protegido contra cortocircuito por un dispositivo de protección preconectado, p. ej. en la alimentación de la instalación.

Desconexión del conductor neutro
Si se prescribe la desconexión del conductor neutro, el dispositivo de protección utilizado deberá ser capaz de impedir con toda seguridad que el conductor neutro se desconecte antes que los conductores externos y que vuelva a conectarse después de éstos. Los interruptores automáticos NZM de 4 polos siempre cumplen estas condiciones.

Carga admisible de intensidad y protección de cables y conductores con aislamiento de PVC según DIN VDE 0298-4, con una temperatura ambiente de 25 °C

Tipo de cable y conductor	NYM, NYBUY, NHYRUZY, NYIF, H07V-U, H07V-R, H07V-K, NYIFY				NYY, NYCWY, NYKY, NYM, NYMZ, NYMT, NYBUY, NHYRUZY
Tipo de instalación	A1	B1	B2	C	E
	en paredes termoaislantes en el tubo eléctrico en la pared	en tubos o canales de la instalación eléctrica	en paredes o bajo revoque	instalación directa	al aire
		conductor (monofilar)	conductores multifilares		
					
	conductor multifilar en la pared	conductores en el tubo eléctrico en la pared	conductor multifilar en el tubo eléctrico en la pared o en el suelo	conductor multifilar cable empotrado en la pared o bajo revoque	
Número de	2 3	2 3	2 3	2 3	2 3

Carga admisible de intensidad I_z en A a 25 °C de temperatura ambiente y 70 °C de temperatura de empleo.
Para la asignación de los dispositivos de protección contra sobreintensidad rigen las condiciones $I_b \leqq I_n \leqq I_z$ y $I_2 \leqq 1.45\, I_z$. Para dispositivos de protección contra sobreintensidad con una intensidad de disparo $I_2 \leqq I_n$ rige únicamente la condición:

$I_b \leqq I_n \leqq I_z$ (I_b: intensidad de empleo del circuito eléctrico). Tanto los pequeños interruptores automáticos como los interruptores automáticos cumplen esta condición.
Para los dispositivos de protección contra sobreintensidad con una intensidad de disparo distinta rige:

$$I_n \leqq \frac{1{,}45}{x} \cdot I_N \; ; = \frac{I_Z}{I_N}$$

Normas, fórmulas y tablas

Protección contra sobreintensidad de cables y conductores

Continuación

Tipo de instalación	A1				B1				B2				C				E			
Número de conductores	2		3		2		3		2		3		2		3		2		3	
Sección del conductor Cu en mm²	I_z	I_n	I_z	I_n	I_z	I_n	I_z	I_n	I_z	I_n	I_z	I_n	I_z	I_n	I_z	I_n	I_z	I_n	I_z	I_n
1,5	16,5	16	14	13	18,5	16	16,5	16	16,5	16	15	13	21	20	18,5	16	21	20	19,5	16
2.5	21	20	19	16	25	25	22	20	22	20	20	20	28	25	25	25	29	25	27	25
4	28	25	25	25	34	32	30	25	30	25	28	25	37	35	35	35	39	35	36	35
6	36	35	33	32	43	40	38	35	39	35	35	35	49	40	43	40	51	50	46	40
10	49	40	45	40	60	50	53	50	53	50	50	50	67	63	63	63	70	63	64	63
16	65	63	59	50	81	80	72	63	72	63	65	63	90	80	81	80	94	80	85	80
25	85	80	77	63	107	100	94	80	95	80	82	80	119	100	102	100	125	125	107	100
35	105	100	94	80	133	125	118	100	117	100	101	100	146	125	126	125	154	125	134	125
50	126	125	114	100	160	160	142	125	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
70	160	160	144	125	204	200	181	160	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
95	193	160	174	160	246	200	219	200	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
120	223	200	199	160	285	250	253	250	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

En dispositivos de protección contra sobreintensidad, cuya intensidad asignada I_n no se corresponda con los valores indicados en la tabla, deberá seleccionarse la intensidad asignada menor más próxima disponible.

Normas, fórmulas y tablas

Protección contra sobreintensidad de cables y conductores

Secciones transversales mínimas para conductores de protección según DIN VDE 0100-510 (1987-06, t), DIN VDE 0100-540 (1991-11)

		Conductores de protección o		Conductores de protección[3]		
Conductores externos		Conductores aislados de alta	Calbes de 0.6/1-kV con 4	Con protección		Sin protección[2]
mm^2		mm^2	mm^2	mm^2 Cu	Al	mm^2 Cu
hasta	0,5	0,5	–	2,5	4	4
	0,75	0,75	–	2,5	4	4
	1	1	–	2,5	4	4
	1,5	1,5	1,5	2,5	4	4
	2,5	2,5	2,5	2,5	4	4
	4	4	4	4	4	4
	6	6	6	6	6	6
	10	10	10	10	10	10
	16	16	16	16	16	16
	25	16	16	16	16	16
	35	16	16	16	16	16
	50	25	25	25	25	25
	70	35	35	35	35	35
	95	50	50	50	50	50
	120	70	70	70	70	70
	150	70	70	70	70	70
	185	95	95	95	95	95
	240	–	120	120	120	120
	300	–	150	150	150	150
	400	–	185	185	185	185

[1] Conductores PEN ≧ 10 mm^2 Cu o 18 mm^2 Al.
[2] No se admite la colocación de conductores de aluminio sin protección.
[3] A partir de una sección del conductor externo de ≧ 95 mm^2, deberán utilizarse preferentemente conductores desnudos

Normas, fórmulas y tablas

Protección contra sobreintensidad de cables y conductores

Factores de conversión

Para temperaturas del aire ambiente distintas a 30 °C; deben aplicarse para la carga admisible de intensidad de conductores o cables al aire libre según VDE 0298 parte 4.

Material aislante*)	NR/SR	PVC	EPR
Temperatura de empleo admisible	60 °C	70 °C	80 °C
Temperatura ambiente °C	Factores de conversión		
10	1,29	1,22	1,18
15	1,22	1,17	1,14
20	1,15	1,12	1,10
25	1,08	1,06	1,05
30	1,00	1,00	1,00
35	0,91	0,94	0,95
40	0,82	0,87	0,89
45	0,71	0,79	0,84
50	0,58	0,71	0,77
55	0,41	0,61	0,71
60	–	0,50	0,63
65	–	–	0,55
70	–	–	0,45

*) En caso de temperaturas ambientes elevadas según los datos del fabricante

Normas, fórmulas y tablas

Protección contra sobreintensidad de cables y conductores

Factores de conversión según VDE 0298 parte 4

Acumulación de varios circuitos eléctricos

	Disposición	Número de circuitos eléctricos								
		1	2	3	4	6	9	12	15 16	20
1	Empotrado o subterráneo	1,00	0,80	0,70	0,70 0,65	0,55 0,57	0,50	0,45	0,40 0,41	0,40 0,38
2	Colocado en paredes o suelos	1,00	0,85	0,80 0,79	0,75	0,70 0,72	0,70	–	–	–
3	Colocado en el techo	0,95	0,80 0,81	0,70 0,72	0,70 0,68	0,65 0,64	0,60 0,61	–	–	–
4	Colocado en bastidores de cables dispuestos horizontal o verticalmente	1,00	0,97 0,90	0,87 0,80	0,77 0,75	0,73 0,75	0,72 0,70	–	–	–
5	Colocado en bandejas de cables o ménsulas	1,00	0,84 0,85	0,83 0,80	0,81 0,80	0,79 0,80	0,78 0,80	–	–	–

Normas, fórmulas y tablas
Equipamiento eléctrico de maquinaria

Aplicación de IEC/EN 60204-1 (VDE 0113 parte 1)

Esta norma obligatoria internacionalmente debe aplicarse para el equipamiento eléctrico de maquinaria, siempre y cuando no se disponga de ninguna norma de producto (tipo C) para el tipo de máquina que se debe equipar.

El capítulo "Seguridad de máquinas" describe cuáles son los criterios de seguridad para la protección de personas, máquinas y material, en el sentido de la directiva de la UE sobre maquinaria. El grado del posible peligro se valora mediante un sistema de evaluación de riesgo (EN 1050). Además, la norma describe cuáles son los requerimientos en aparatos eléctricos, diseño y montaje así como ensayos que garanticen la viabilidad de las medidas de protección y la eficacia del funcionamiento.

Los siguientes apartados incluyen un resumen de la norma.

Dispositivo seccionador de la red (interruptor general)

Toda máquina debe estar provista de un interruptor general accionado manualmente, que en adelante se denominará dispositivo seccionador de la red. Mediante este dispositivo seccionador de la red debe ser posible aislar de la red todo el equipamiento eléctrico de la máquina. El poder de corte debe ser suficiente para poder desconectar simultáneamente la intensidad del motor más grande de la máquina en el estado de frenado fijo y la suma de intensidades de todo el resto de consumidores de energía en régimen normal.

La posición 0 (OFF) debe poder bloquearse. La posición 0 (OFF) no deberá visualizarse hasta que no se alcancen la distancias de fuga y efluvio prescritas entre todas las piezas de contacto. El dispositivo de seccionamiento de la red sólo podrá tener una posición 1 (ON) y 0 (OFF) con los correspondientes topes. Por este motivo, los conmutadores estrella-triángulo, inversores y conmutadores de polos no se admiten como interruptores generales.

La posición de disparo de los interruptores automáticos no cumple la función de posición de conexión, por lo que no existe ninguna limitación para su utilización como dispositivos seccionadores de la red.

En caso de existir varias cajas de alimentación, cada una de ellas deberá contar con un dispositivo seccionador de la red. Deberán preverse enclavamientos mutuos, en caso de que la desconexión de un sólo dispositivo seccionador de la red pueda entrañar algún riesgo. Como interruptores accionados a distancia sólo pueden utilizarse interruptores automáticos. Éstos deben equiparse con una maneta adicional y poder enclavarse en la posición 0 (OFF).

Protección contra descarga eléctrica

Para la protección de personas contra descargas eléctricas deben tenerse en cuenta las siguientes medidas:

Protección contra contactos directos

Este concepto comporta la protección mediante una caja que sólo puede ser abierta por personal técnico con una llave o una herramienta. Antes de abrirla, no es obligatorio que el personal técnico haya desconectado el dispositivo seccionador de la red. No obstante, los componentes activos deben estar protegidos contra contactos directos según DIN EN 50274 o VDE 0660 parte 514.

Las limitaciones del apartado anterior dejan de ser aplicables en caso de que exista un enclavamiento del dispositivo seccionador de la red, puesto que la puerta sólo puede abrirse con el dispositivo seccionador de la red desconectado. Un técnico cualificado puede desbloquear el enclavamiento con una herramienta, por ejemplo para solucionar una avería. Una vez desbloqueado el enclavamiento, deberá seguir siendo posible desconectar el dispositivo seccionador de la red.

Si puede abrirse una caja sin utilizar una llave y sin desconectar el dispositivo seccionador de la red, todos los componentes activos deberán cumplir

Normas, fórmulas y tablas
Equipamiento eléctrico de maquinaria

como mínimo el grado de protección IP 2X o IP XXB según IEC/EN 60529.

Protección contra contactos indirectos
De acuerdo con este concepto, debe impedirse que se genere una tensión de contacto peligrosa debido a un defecto de aislamiento. Para el cumplimiento de este requisito deben cumplirse las medidas de protección según IEC 60364 o VDE 0100. Una medida adicional consiste en la aplicación del aislamiento de protección (clase de protección I) según IEC/EN 60439-1 o VDE 0660 parte 500.

Protección del equipamiento

Protección en caso de corte de corriente
Al retornar la tensión en caso de un corte de corriente, no deberá ser posible que las máquinas o componentes se pongan en marcha automáticamente, en caso de que ello conlleve un estado de riesgo o pueda acarrear daños materiales.
Mediante las maniobras de contactor puede cumplirse este requisito con la ayuda de circuitos de autoalimentación.
En circuitos con mando permanente, esta tarea la puede asumir un contactor auxiliar adicional con mando por impulso en el cable de alimentación del circuito de mando. Si bien los dispositivos seccionadores de la red e interruptores protectores de motor con disparador de mínima tensión también impiden de forma fiable el arranque automático tras el retorno de la tensión.

Protección contra sobreintensidad
Normalmente, para los cables de alimentación conectados a la red no se precisa ningún dispositivo de protección contra sobreintensidad. El dispositivo de protección situado en la entrada del cable de alimentación se encarga de la protección contra sobreintensidad. El resto de circuitos eléctricos deben estar protegidos mediante fusibles o interruptores automáticos.
Para los fusibles debe cumplirse el requisito de poderlos sustituir en el país de aplicación. Este problema puede solucionarse utilizando interruptores automáticos que ofrezcan otras ventajas, como el accionamiento en todos los polos, un rearme manual instantáneo y el bloqueo de la marcha monofásica.

Protección de motores contra sobrecargas
Los motores de más de 0,5 kW para servicio permanente deben estar protegidos contra sobrecarga. Para el resto de motores se recomienda la protección contra sobrecargas. Los motores que se arrancan y frenan con frecuencia son difíciles de proteger, por lo que suelen precisar un dispositivo de protección adicional. En motores con problemas de refrigeración son muy útiles las sondas térmicas. En todos los casos, se recomienda adicionalmente el montaje de relés térmicos bimetálicos, especialmente como protección contra el bloqueo del motor.

Normas, fórmulas y tablas
Equipamiento eléctrico de maquinaria

Función de mando en caso de avería

Una avería en el equipamiento eléctrico no tiene porqué comportar estados de riesgo de daños materiales. Los riesgos deben prevenirse adoptando las medidas pertinentes. También es cierto que los costes de tales medidas pueden ser muy elevados, si se prevén de un modo general. Para evaluar con mayor eficacia la magnitud del riesgo con relación a la correspondiente aplicación, se ha establecido la norma EN 954-1:

"Componentes de seguridad en circuitos de mando parte 1: directrices generales para su estructuración".

La aplicación de la estimación de riesgos según EN 954-1 se aborda en el manual "Técnicas de seguridad para máquinas y equipos" de Moeller (código TB 0-009).

Dispositivo de parada de emergencia

Toda máquina que pueda comportar un riesgo debe ir provista de un dispositivo de parada de emergencia. Esta función de parada puede resolverse, en cuanto a la intensidad general, mediante un interruptor de parada de emergencia o un aparato de mando y señalización de parada de emergencia.

Al accionar el dispositivo de parada de emergencia deben desconectarse indirectamente mediante desexcitación todas las cargas que pudieran acarrear un riesgo directo. Estos dispositivos pueden actuar opcionalmente en aparatos electromagnéticos como contactores de potencia, contactores auxiliares o sobre los disparadores de mínima tensión del dispositivo seccionador de la red.

Los aparatos de mando de parada de emergencia deben disponer para el accionamiento manual directo de un pulsador en forma de seta. Los contactos deben abrirse positivamente. Tras accionar el aparato de mando de parada de emergencia, la máquina no debe poder conectarse hasta que no se haya producido el desenclavamiento in situ. El simple desenclavamiento no debe poder generar ningún rearranque.

Para interruptores de parada de emergencia y aparatos de mando de parada de emergencia rige además:

- La maneta debe ser roja, con fondo de contraste de color amarillo.
- Debe poder accederse a los dispositivo de parada de emergencia de forma rápida y fácil en caso de peligro.
- La parada de emergencia debe tener prioridad frente al resto de funciones y accionamientos.
- El correcto funcionamiento debe verificarse mediante las correspondientes pruebas, sobre todo en caso de condiciones ambientales hostiles.
- Si existe una subdivisión en varios zonas de parada de emergencia, la asignación deberá indentificarse fácilmente.

Maniobras en caso de emergencia

El concepto *parada de emergencia* es un término conciso por lo que en adelante se recomienda su utilización en el uso del idioma general.

Si bien las funciones que se describen aquí no derivan del término parada de emergencia. Con el fin de poder expresarnos de un modo más preciso, en IEC/EN 60204-1 bajo el concepto general "Maniobras en caso de emergencia" se describen dos funciones individuales:

1. Parada en caso de emergencia
Se trata de la posibilidad de parada, tan deprisa como sea posible, de movimientos que conlleven un peligro.

2. Desconexión en caso de emergencia
En caso de que exista el riesgo de una descarga eléctrica a causa de un contacto directo, p. ej. con elementos activos en espacios de trabajo eléctricos, deberá preverse un aparato que puede desconectarse en caso de emergencia.

Normas, fórmulas y tablas
Equipamiento eléctrico de maquinaria

Colores identificativos de pulsadores y su significado

según IEC/EN 60073 (VDE 0199), IEC/EN 60204-1
(VDE 0113 parte 1)

Color	Significado	Aplicación típica
ROJO	Emergencia	• Parada de emergencia • Medidas antiincendio
AMARILLO	Anormal	Acceso para suprimir condiciones anormales o evitar cambios no deseados
VERDE	Normal	Arranque a partir de un estado seguro
AZUL	Forzoso	Función de desenclavamiento
BLANCO	Sin significado especial	• Arranque/CIERRE (preferente) • Parada/APERTURA
GRIS		• Arranque/CIERRE • Parada/APERTURA
NEGRO		• Arranque/CIERRE • Parada/OFF (preferente)

Normas, fórmulas y tablas
Equipamiento eléctrico de maquinaria

Colores identificativos de lámparas de señalización y su significado

según IEC/EN 60073 (VDE 0199), IEC/EN 60204-1
(VDE 0113 parte 1)

Color	Significado	Explicación	Aplicación típica
ROJO	Emergencia	Aviso ante un posible peligro o estados que exigen una actuación inmediata	• Fallo en el sistema de lubricación • Temperatura fuera de los límites establecidos (seguros) • Se han parado componentes esenciales del equipamiento mediante la actuación de un dispositivo de protección
AMARILLO	Anormal	Estado crítico inminente	• La temperatura (o presión) es distinta al valor normal • Sobrecarga cuya duración sólo es admisible dentro de un período de tiempo limitado • Desactivación
VERDE	Normal	Indicador de condiciones de servicio seguras o validación para seguir con el servicio	• El refrigerante circula • Se ha conectado automáticamente el sistema de control de la caldera • La máquina está lista para arrancar
AZUL	Forzoso	Es preciso que el operario actúe	• Eliminar obstáculo • Conmutar a avance
BLANCO	Neutral	Puede ser cualquier significado. Puede aplicarse cuando no está claro qué color ROJO, AMARILLO O VERDE sería el indicado o bien como confirmación	• El motor gira • Indicador de tipos de servicio

Colores identificativos de pulsadores luminosos y su significado

Para los pulsadores luminosos rigen ambas tablas,
la primera representa la función de los pulsadores.

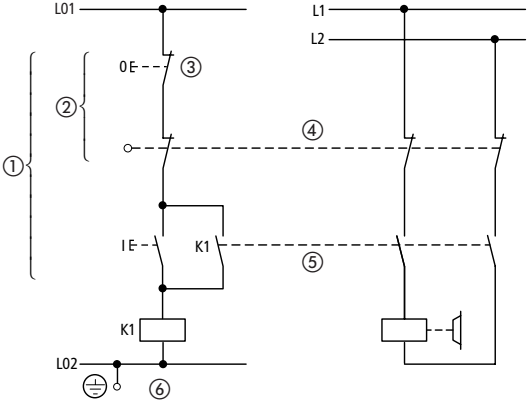
Normas, fórmulas y tablas
Medidas para la reducción de riesgos

Reducción de riesgos en caso de avería

Una avería en el equipamiento eléctrico no tiene porqué comportar estados de riesgo de daños materiales. Los riesgos deben prevenirse adoptando las medidas pertinentes.

La norma IEC/EN 60204-1 hace referencia a distintas medidas para reducir los riesgos en caso de avería.

Utilización de técnicas de conexión y componentes de probada eficacia



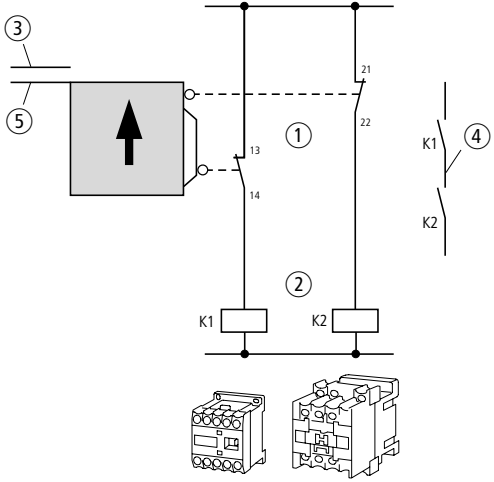
① Todas las funciones de conexión deben encontrarse en el lado no conectado a tierra
② Deben utilizarse dispositivos de conexión con contactos de apertura positiva (que no hay que confundir con los contactos maniobrados positivamente)
③ La parada debe realizarse mediante desexcitación (seguridad contra rotura de cable)
④ Deben adoptarse medidas de conexión de circuito que eviten el máximo posible los estados de servicio accidentales en caso de avería (simultáneamente simultáneo mediante contactor e interruptor de posición)
⑤ Conexión de todos los conductores activos al aparato que debe controlarse.
⑥ Debe establecerse la conexión a masa de los circuitos de mando para fines de servicio (no sirve como medida de protección)

Redundancia
Significa la existencia de un aparato o sistema adicional capaz de asumir una función determinada en caso de avería.

Normas, fórmulas y tablas
Medidas para evitar riesgos

Diversidad

Se trata del montaje de circuito de mando de acuerdo con distintos principios funcionales o con distintos tipos de aparatos.



① Diversidad funcional mediante la combinación de contactos de apertura y contactos de cierre
② Diversidad de aparatos mediante la utilización de distintos tipos de aparatos (en este caso, distintos tipos de contactores auxiliares)
③ Dispositivo de protección abierto
④ Circuito de retroceso
⑤ Dispositivo de protección cerrado

Pruebas de funcionamiento

El correcto funcionamiento de los aparatos eléctricos puede verificarse manual o automáticamente.

Normas, fórmulas y tablas

Grados de protección de los aparatos eléctricos

Grado de protección de aparatos eléctricos mediante cajas, tapas y similares según IEC/EN 60529 (VDE 0470 parte 1)

Los grados de protección de aparatos eléctricos mediante el correspondiente envolvente se indican con la ayuda de un código compuesto por las siglas IP y dos cifras. La primera cifra indica la protección contra contactos y cuerpos extranos y la segunda la protección contra agua.

Protección contra contactos y cuerpos extraños

Primera cifra	**Ámbito de protección**	
	Denominación	Explicación
0	Sin protección	No existe protección especial para las personas contra un contacto casual con componentes bajo tensión o en movimiento. El aparato no está protegido contra la penetración de cuerpos extraños.
1	Protección contra cuerpos extraños ≧ 50 mm	Protección contra el acceso a componentes peligrosos con el dorso de la mano. La sonda de acceso, esfera de 50 mm de diámetro, debe estar a una distancia suficiente de los componentes peligrosos. La sonda de objeto, esfera de 50 mm de diámetro, no debe penetrar completamente.
2	Protección contra cuerpos extraños ≧ 12,5 mm	Protección contra el acceso a componentes peligrosos con un dedo. La probeta en forma de dedo articulada, 12 mm de diámetro y 80 mm de longitud, debe estar a una distancia suficiente de los componentes peligrosos. La sonda de objeto, esfera de 12,5 mm de diámetro, no debe penetrar completamente.

Normas, fórmulas y tablas

Grados de protección de los aparatos eléctricos

Protección contra contactos y cuerpos extraños

Primera cifra	**Ámbito de protección**	
	Denominación	Explicación
3	Protección contra cuerpos extraños ≧ 2,5 mm	Protección contra el acceso a componentes peligrosos con una herramienta. La sonda de acceso, 2,5 mm de diámetro, no debe penetrar. La sonda de objeto, 2,5 mm de diámetro, no debe penetrar en ningún caso.
4	Protección contra cuerpos extraños ≧ 1 mm	Protección contra el acceso a componentes peligrosos con un alambre. La sonda de acceso, 1,0 mm de diámetro, no debe penetrar. La sonda de objeto, 1,0 mm de diámetro, no debe penetrar en ningún caso.
5	Protección contra acumulaciones de polvo	Protección contra el acceso a componentes peligrosos con un alambre. La sonda de acceso, 1,0 mm de diámetro, no debe penetrar. La penetración de polvo no se evita completamente, aunque la cantidad no deberá limitar el funcionamiento o la seguridad del aparato.
6	Protección contra la entrada de polvo Estanco al polvo	Protección contra el acceso a componentes peligrosos con un alambre. La sonda de acceso, 1,0 mm de diámetro, no debe penetrar. Sin penetración de polvo.

Ejemplos para la indicación del grado de protección: IP 4 4

Letras marcadores
Primera cifra
Segunda cifra

Normas, fórmulas y tablas

Grados de protección de los aparatos eléctricos

Para la protección contra agua

Segunda cifra	**Ámbito de protección**	
	Denominación	Explicación
0	Sin protección	Sin protección especial
1	Protección contra goteo de agua vertical	El goteo de caída vertical no debe acarrear efectos perjudiciales.
2	Protección contra goteo de agua con inclinación de la caja hasta 15°	El goteo de caída vertical no debe tener efectos perjudiciales, si la caja está inclinada en un ángulo de 15° a ambos lados de la vertical.
3	Protección contra agua de pulverización	El agua que se pulverice en un ángulo cualquiera de hasta 60° a ambos lados no debe tener efectos perjudiciales.
4	Protección contra salpicaduras de agua	El agua que salpica la caja desde todas las direcciones no debe tener efectos perjudiciales.
5	Protección contra chorros de agua	Un chorro de agua de una boquilla dirigido desde todas direcciones al aparato no debe tener efectos perjudiciales.
6	Protección contra chorros de agua intensos	Los chorros fuertes de agua que salpican la caja desde todas las direcciones no deben tener efectos perjudiciales.
7	Protección contra inmersión temporal	Si sumerge el aparato en agua, en las condiciones de presión y tiempo establecidas por la norma, el agua no debe penetrar en cantidades perjudiciales.

Normas, fórmulas y tablas

Grados de protección de los aparatos eléctricos

Segun-da cifra	**Ámbito de protección**	
	Denominación	Explicación
8	Protección contra inmersión continua	Si el aparato se sumerge de manera continua en el agua, en las condiciones acordadas establecidas entre el fabricante y el usuario, el agua no debe penetrar en cantidades perjudicialese. Las condiciones deben ser más difíciles que las establecidas para la cifra de indentificación 7.
9K*	Protección contra limpieza a alta presión/chorro de vapor	Los chorros de agua que salpican la caja desde todas las direc-ciones a alta presión no deben tener efectos perjudiciales. Presión del agua 100 bar Temperatura del agua 80 °C

* Esta cifra de identificación procede de la norma DIN 40050-9.

Normas, fórmulas y tablas

Grados de protección de los aparatos eléctricos

Grados de protección de aparatos eléctricos para EE.UU. y Canadá según IEC/EN 60529 (VDE 0470 parte 1)

La especificación de los grados de protección IP comporta una comparación aproximada. No es posible una comparación más exacta, puesto que los ensayos sobre el grado de protección y los criterios de evaluación son distintos.

Identificación del envolvente y del grado de protección		Identificación del envolvente y del grado de protección según CSA-C22.1, CSA-C22.2 NO. 0,1-M1985 (R1999)[3]	Grado de protección IP comparable según IEC/EN 60529 DIN 40050
Según NEC NFPA 70 (National Electrical Code), según UL 50 y según NEMA 250-1997	Según NEMA ICS 6-1993 (R2001)[1] Según EEMAC E 14-2-1993[2]		
Envolvente tipo 1	Envolvente tipo 1 Utilización general	Envolvente 1 Envolvente para utilización general	IP20
Envolvente tipo 2 Estanco al goteo	Envolvente tipo 2 Estanco al goteo	Envolvente 2 Envolvente estanco al goteo	IP22
Envolvente tipo 3 Estanco al polvo, estanco a la lluvia	Envolvente tipo 3 Estanco al polvo, estanco a la lluvia, resistente al granizo y hielo	Envolvente 3 Envolvente a prueba de intemperie	IP54
Envolvente tipo 3 R Impermeable a la lluvia	Envolvente tipo 3 R Impermeable a la lluvia, resistente al granizo y hielo		
Envolvente tipo 3 S Estanco al polvo, estanco a la lluvia	Envolvente tipo 3 S Estanco al polvo, estanco a la lluvia, resistente al granizo y hielo		
Envolvente tipo 4 Estanco a la lluvia, estanco al agua	Envolvente tipo 4 Estanco al polvo, estanco al agua	Envolvente 4 Envolvente estanco al agua	IP65

Normas, fórmulas y tablas

Grados de protección de los aparatos eléctricos

Identificación del envolvente y del grado de protección		Identificación del envolvente y del grado de protección según CSA-C22.1, CSA-C22.2 NO. 0,1-M1985 (R1999)[3]	Grado de protección IP comparable según IEC/EN 60529 DIN 40050
Según NEC NFPA 70 (National Electrical Code), según UL 50 y según NEMA 250-1997	Según NEMA ICS 6-1993 (R2001)[1] Según EEMAC E 14-2-1993[2]		
Envolvente tipo 4 X Estanco a la lluvia, estanco al agua, resistente a la corrosión	Envolvente tipo 4 X Estanco al polvo, estanco al agua, resistente a la corrosión		IP65
Envolvente tipo 6 Estanco a la lluvia	Envolvente tipo 6 Estanco al polvo, estanco al agua, resistente al granizo y hielo		
Envolvente tipo 6 P Estanco a la lluvia, resistente a la corrosión			
Envolvente tipo 11 Estanco al goteo, resistente a la corrosión	Envolvente tipo 11 Estanco al goteo, resistente a la corrosión, sumergible en aceite		
Envolvente tipo 12 Estanco al polvo, estanco al goteo	Envolvente tipo 12 Utilización en la industria, estanco al goteo, estanco al polvo	Envolvente 5 Envolvente estanco al polvo	IP54
Envolvente tipo 12 K (igual que en el tipo 12)			
Envolvente tipo 13 Estanco al polvo, estanco al goteo	Envolvente tipo 13 Estanco al polvo, estanco al aceite		

1) NEMA = National Electrical Manufacturers Association (Asociación nacional de fabricantes del sector eléctrico)

2) EEMAC = Electrical and Electronic Manufacturers Association of Canada (Asociación de fabricantes del sector eléctrico y electrónico de Canadá)

Normas, fórmulas y tablas

Grados de protección de los aparatos eléctricos

3) CSA = Canadian Electrical Code, Part I (19th Edition), Safety Standard for Electrical Installations (Código eléctrico canadiense, parte I (19ª edición), Norma de seguridad para instalaciones eléctricas

Términos español/inglés:

utilización general:	general purpose
estanco al goteo:	drip-tight
estanco al polvo:	dust-tight
estanco a la lluvia:	rain-tight
impermeable a la lluvia:	rain-proof
a prueba de intemperie:	weather-proof
estanco al agua:	water-tight
sumergible:	submersible
resistente al hielo:	ice resistant
resistente al granizo:	sleet resistant
resistente a la corrosión:	corrosion resistant
estanco al aceite:	oil-tight

Notas

Normas, fórmulas y tablas

Grados de protección de los aparatos eléctricos

Clase de corriente	Categoría de empleo	Casos típicos de aplicación	Condiciones normales de empleo	
		I = intensidad de cierre, I_c = intensidad de apertura, I_e = intensidad asignada de empleo, U = tensión, U_e = tensión asignada de empleo U_r = tensión de restablecimiento, $t_{0.95}$ = tiempo en ms, hasta alcanzar el 95 % de la intensidad permanente $P = U_e \times I_e$ = potencia asignada en vatios	Cierre $\frac{I}{I_e}$	$\frac{U}{U_e}$
Corriente alterna	AC-12	Maniobras de carga óhmica y carga semiconductora en circuitos de entrada de optoacopladores	1	1
	AC-13	Maniobras de carga sermiconductora con transformador separador	2	1
	AC-14	Maniobras de pequeñas cargas electromagnéticas (máx. 72 VA)	6	1
	AC-15	Maniobras de carga electromagnética (superior a 72 VA)	10	1
			$\frac{I}{I_e}$	$\frac{U}{U_e}$
Corriente continua	DC-12	Maniobras de carga óhmica y carga semiconductora en circuitos de entrada de optoacopladores	1	1
	DC-13	Maniobras de electroimanes	1	1
	DC-14	Maniobras de cargas electromagnéticas con resistencias economizadores en el circuito eléctrico	10	1

Según IEC 60947-5-1, EN 60947-5-1 (VDE 0600 parte 200)

Normas, fórmulas y tablas

Grados de protección de los aparatos eléctricos

				Condiciones de empleo distintas					
Apertura				Cierre			Apertura		
cos φ	$\frac{I}{I_e}$	$\frac{U}{U_e}$	*cos φ*	$\frac{I}{I_e}$	$\frac{U}{U_e}$	*cos φ*	$\frac{I}{I_e}$	$\frac{U}{U_e}$	*cos φ*
0,9	1	1	0,9	–	–	–	–	–	–
0,65	1	1	0,65	10	1,1	0,65	1,1	1,1	0,65
0,3	1	1	0,3	6	1,1	0,7	6	1,1	0,7
0,3	1	1	0,3	10	1,1	0,3	10	1,1	0,3
$t_{0,95}$	$\frac{I}{I_e}$	$\frac{U}{U_e}$	$t_{0,95}$	$\frac{I}{I_e}$	$\frac{U}{U_e}$	$t_{0,95}$	$\frac{I}{I_e}$	$\frac{U}{U_e}$	$t_{0,95}$
1 ms	1	1	1 ms	–	–	–	–	–	–
$6 \times P$ [1)]	1	1	$6 \times P$ [1)]	1.1 $6 \times P$ [1)]	1,1	$6 \times P$ [1)]	1,1	1,1	
15 ms	1	1	15 ms	10	1.1	15 ms	10	1,1	15 ms

[1)] El valor "$6 \times P$" es el resultado de una relación empírica que se corresponde con la mayoría de cargas magnéticas de corriente continua hasta el valor límite superior P = 50 W, siendo 6 [ms]/[W] = 300 [ms]. Las cargas con una potencia asignada superior a 50 W están compuestas por pequeñas cargas conectadas en paralelo. Por este motivo, 300 ms son un límite superior, independientemente de la magnitud de la potencia.

Normas, fórmulas y tablas

Subdivisión de categorías en América del Norte para contactos auxiliares

Subdivisión	Abreviatura con una tensión nominal de como máximo			Intensidad ininterrum-pida térmica
Tensión alterna	600 V	300 V	150 V	A
Heavy Duty	A600 A600 A600 A600	A300 A300 – –	A150 – – –	10 10 10 10
Standard Duty	B600 B600 B600 B600	B300 B300 – –	B150 – – –	5 5 5 5
	C600 C600 C600 C600	C300 C300 – –	C150 – – –	2,5 2,5 2,5 2,5
	– –	D300 D300	D150 –	1 1
Corriente continua				
Heavy Duty	N600 N600 N600	N300 N300 –	N150 – –	10 10 10
Standard Duty	P600 P600 P600	P300 P300 –	P150 – –	5 5 5
	Q600 Q600 Q600	Q300 Q300 –	Q150 – –	2,5 2,5 2,5
	– – –	R300 R300 –	R150 – –	1,0 1,0 –

Según UL 508, CSA C 22.2-14 y NEMA ICS 5

Normas, fórmulas y tablas

Subdivisión de categorías en América del Norte para contactos auxiliares

Poder de corte				
Tensión nominal V	Cierre A	Apertura A	Cierre VA	Apertura VA
120 240 480 600	60 30 15 12	6 3 1,5 1,2	7200 7200 7200 7200	720 720 720 720
120 240 480 600	30 15 7,5 6	3 1,5 0,75 0,6	3600 3600 3600 3600	360 360 360 360
120 240 480 600	15 7,5 3,75 3	1,5 0,75 0,375 0,3	1800 1800 1800 1800	180 180 180 180
120 240	3,6 1,8	0,6 0,3	432 432	72 72
125 250 301 a 600	2,2 1,1 0,4	2,2 1,1 0,4	275 275 275	275 275 275
125 250 301 a 600	1,1 0,55 0,2	1,1 0,55 0,2	138 138 138	138 138 138
125 250 301 a 600	0,55 0,27 0,10	0,55 0,27 0,10	69 69 69	69 69 69
125 250 301 a 600	0,22 0,11 –	0,22 0,11 –	28 28 –	28 28 –

Normas, fórmulas y tablas

Categorías de empleo para contactores

Clase de corriente	Categoría de empleo	Casos típicos de aplicación I = intensidad de cierre, I_c = intensidad de apertura, I_e = intensidad asignada de empleo, U = tensión, U_e = tensión asignada de empleo U_r = tensión de restablecimiento	Verificación de la longevidad eléctrica		
			Cierre		
			$\frac{I_e}{A}$	$\frac{I}{I_e}$	$\frac{U}{U_e}$
Corriente alterna	AC-1	Carga no inductiva o poco inductiva, hornos de resistencia	Todos los valores	1	1
	AC-2	Motores de anillos colectores: arranque, desconexión	Todos los valores	2,5	1
	AC-3	Motores de jaula de ardilla: arranque, desconexión durante la marcha[4)]	$I_e \leqq 17$ $I_e > 17$	6 6	1 1
	AC-4	Motores de jaula de ardilla: arranque, frenado a contracorriente, inversión, mando por impulso	$I_e \leqq 17$ $I_e > 17$	6 6	1 1
	AC-5A	Conexión de lámparas de descarga			
	AC-5B	Conexión de lámparas de filamento			
	AC-6A[3)]	Conexión de transformadores			
	AC-6B[3)]	Conexión de baterías de condensadores			
	AC-7A	Carga inductiva débil en aparatos de uso doméstico y aplicaciones similares	según las especificaciones del fabricante		
	AC-7B	Carga de motor para aplicaciones domésticas			
	AC-8A	Maniobras de motores con compresor de refrigeración cerrados herméticamente con desenclavamiento manual del disparador de sobrecarga[5)]			
	AC-8B	Maniobras de motores con compresor de refrigeración cerrados herméticamente con desenclavamiento automático del disparador de sobrecarga[5)]			
	AC-53a	Maniobra de un motor de jaula de ardilla con contactores semiconductores			

Normas, fórmulas y tablas

Categorías de empleo para contactores

				Verificación del poder de corte						
	Apertura			Cierre				Apertura		
cos φ	$\frac{I_c}{I_e}$	$\frac{U_r}{U_e}$	*cos φ*	$\frac{I_e}{A}$	$\frac{I}{I_e}$	$\frac{U}{U_e}$	*cos φ*	$\frac{I_c}{I_e}$	$\frac{U_r}{U_e}$	*cos φ*
0,95	1	1	0,95	Todos los valores	1,5	1,05	0,8	1,5	1,05	0,8
0,65	2,5	1	0,65	Todos los valores	4	1,05	0,65	4	1,05	0,8
0,65 0,35	1 1	0,17 0,17	0,65 0,35	$I_e \leqq 100$ $I_e > 100$	8 8	1,05 1,05	0,45 0,35	8 8	1,05 1,05	0,45 0,35
0,65 0,35	6 6	1 1	0,65 0,35	$I_e \leqq 100$ $I_e > 100$	10 10	1,05 1,05	0,45 0,35	10 10	1,05 1,05	0,45 0,35
					3,0	1,05	0,45	3,0	1,05	0,45
					1,5[2)]	1,05[2)]		1,5[2)]	1,05[2)]	
					1,5	1,05	0,8	1,5	1,05	0,8
					8,0	1,05[1)]		8,0	1,05[1)]	
					6,0	1,05[1)]		6,0	1,05[1)]	
					6,0	1,05[1)]		6,0	1,05[1)]	
					8,0	1,05	0,35	8,0	1,05	0,35

9

Normas, fórmulas y tablas
Categorías de empleo para contactores

Clase de corriente	Categoría de empleo	Casos típicos de aplicación I = intensidad de cierre, I_c = intensidad de apertura, I_e = intensidad asignada de empleo, U = tensión, U_e = tensión asignada de empleo, U_r = tensión de restablecimiento	Verificación de la longevidad eléctrica		
			Cierre		
			$\frac{I_e}{A}$	$\frac{I}{I_e}$	$\frac{U}{U_e}$
Corriente continua	DC-1	Carga no inductiva o poco inductiva, hornos de resistencia	Todos los valores	1	1
	DC-3	Motores en shunt: arranque, frenado a contracorriente, inversión, mando por impulso, frenado reostático	Todos los valores	2,5	1
	DC-5	Motores excitados: arranque, frenado a contracorriente, inversión, mando por impulso, frenado reostático	Todos los valores	2,5	1
	DC-6	Conexión de lámparas de filamento			

Según IEC 947-4-1, EN 60947 VDE 0660 parte 102

1) $cos\ \varphi = 0.45$ für $I_e \leqq 100$ A; $cos\ \varphi = 0.35$ für $I_e > 100$ A.
2) Las pruebas deben realizarse con carga de lámpara de filamento.
3) Los datos de la prueba se deducen de una tabla basada en los valores de prueba para para AC-3 o AC-4.

Normas, fórmulas y tablas

Categorías de empleo para contactores

				Verificación del poder de corte						
	Apertura			Cierre				Apertura		
L/R ms	$\frac{I_c}{I_e}$	$\frac{U_r}{U_e}$	L/R ms	$\frac{I_e}{A}$	$\frac{I}{I_e}$	$\frac{U}{U_e}$	L/R ms	$\frac{I_c}{I_e}$	$\frac{U_r}{U_e}$	L/R ms
1	1	1	1	Todos los valores	1,5	1,05	1	1,5	1,05	1
2	2.5	1	2	Todos los valores	4	1,05	2,5	4	1,05	2,5
7.5	2.5	1	7.5	Todos los valores	4 1,5	1,05 1,05	15	4 1,5[2)]	1,05 1,05[2)]	15
					[2)]	[2)]				

[4)] Los aparatos para la categoría de empleo AC-3 pueden utilizarse para un mando por impulso o frenado a contracorriente ocasionales durante un período de tiempo limitado como el ajuste de una máquina; el número de accionamientos no debe superar en tal caso los cinco por minuto y los diez cada diez minutos.

[5)] En el caso de motores con compresor de refrigeración, bajo envolvente hermético, el compresor y el motor deben estar en la misma caja sin árbol externo o junta de eje, y el motor tiene que ser accionado con refrigerante.

Normas, fórmulas y tablas

Categorías de empleo para interruptores-seccionadores

Clase de corriente	Categoría de empleo	Casos típicos de aplicación I = intensidad de cierre, I_c = intensidad de apertura, I_e = intensidad asignada de empleo, U = tensión, U_e = tensión asignada de empleo, U_r = tensión de restablecimiento	Verificación de la longevidad eléctrica	
			Cierre	
			$\frac{I_e}{A}$	$\frac{I}{I_e}$
Corriente alterna	AC-20 A(B)[2]	Conexión y desconexión sin carga	Todos los valores	[1]
	AC-21 A(B)[2]	Conexión de una carga óhmica, incluida una sobrecarga moderada	Todos los valores	1
	AC-22 A(B)[2]	Conexión de carga óhmica e inductiva mezclada, incluida una sobrecarga moderada	Todos los valores	1
	AC-23 A(B)[2]	Conexión de una carga de motor u otra carga inductiva fuerte	Todos los valores	1
			$\frac{I_e}{A}$	$\frac{I}{I_e}$
Corriente continua	DC-20 A(B)[2]	Conexión y desconexión sin carga	Todos los valores	[1]
	DC-21 A(B)[2]	Conexión de una carga óhmica, incluida una sobrecarga moderada	Todos los valores	1
	DC-22 A(B)[2]	Conexión de una carga óhmica e inductiva mezcladas, incluida una sobrecarga moderada (p. ej. motores en shunt)	Todos los valores	1
	DC-23 A(B)[2]	Conexión de una carga inductiva fuerte (p. ej. motores excitados)	Todos los valores	1

Para interruptores de carga, seccionadores, interruptores-seccionadores y módulos de seccionador-fusible según IEC/EN 60947-3 (VDE 0660 parte 107)

1) Si el aparato tiene un poder de cierre y/o corte, los valores de la intensidad y del factor de potencia (constante de tiempo) deberán ser indicados por el fabricante.
2) A: accionamiento frecuente, B: accionamiento ocasional.

Normas, fórmulas y tablas

Categorías de empleo para interruptores-seccionadores

					Verificación del poder de corte						
		Apertura			Cierre				Apertura		
$\frac{U}{U_e}$	$\cos\varphi$	$\frac{I_c}{I_e}$	$\frac{U_r}{U_e}$	$\cos\varphi$	$\frac{I_e}{A}$	$\frac{I}{I_e}$	$\frac{U}{U_e}$	$\cos\varphi$	$\frac{I_c}{I_e}$	$\frac{U_r}{U_e}$	$\cos\varphi$
1)	1)	1)	1)	1)	Todos los valores	1)		1)	1)		1)
1	0,95	1	1	0,95	Todos los valores	1,5	1,05	0,95	1,5	1,05	0,95
1	0,8	1	1	0,8	Todos los valores	3	1,05	0,65	3	1,05	0,65
1	0,65	1	1	0,65	$I_e \leqq 100$ $I_e > 100$	10 10	1,05 1,05	0,45 0,35	8 8	1,05 1,05	0,45 0,35
$\frac{U}{U_e}$	L/R MS	$\frac{I_c}{I_e}$	$\frac{U_r}{U_e}$	L/R MS	$\frac{I_e}{A}$	$\frac{I}{I_e}$	$\frac{U}{U_e}$	L/R MS	$\frac{I_c}{I_e}$	$\frac{U_r}{U_e}$	L/R MS
1)	1)	1)	1)	1)	Todos los valores	1)	1)	1)	1)	1)	1)
1	1	1	1	1	Todos los valores	1,5	1,05	1	1,5	1,05	1
1	2	1	1	2	Todos los valores	4	1,05	2,5	4	1,05	2,5
1	7,5	1	1	7,5	Todos los valores	4	1,05	15	4	1,05	15

Notas

Normas, fórmulas y tablas
Intensidades asignadas del motor

Intensidades asignadas del motor de motores trifásicos (valores aproximativos para rotores de jaula de ardilla)

Calibre mínimo del fusible para motores trifásicos

El valor máx. se basa en el aparato de conexión o en el relé térmico.

Las intensidades asignadas del motor son aplicables para motores trifásicos normales de refrigeración interna o de superficie con 1500 min^{-1}.

Arranque directo: intensidad de arranque máx. 6 × intensidad asignada del motor, tiempo de arranque máx. 5 s.

Arranque Y/△: intensidad de arranque máx. 2 × intensidad asignada del motor, tiempo de arranque máx. 15 s. Regular el relé térmico en línea a 0.58 × intensidad asignada del motor.

Las intensidades asignadas de fusible en arranque Y/△ también rigen para motores trifásicos con anillos colectores.

En caso de una intensidad asignada o intensidad de arranque más elevadas y/o de un tiempo de arranque más largo, deberá utilizarse un fusible más grande.

La tabla rige para fusibles “lentos” o “gL” (DIN VDE 0636).

En el caso de los fusibles NH con característica aM, se selecciona el fusible = intensidad asignada.

Normas, fórmulas y tablas

Intensidades asignadas del motor

Potencia de motor			230 V			400 V		
			Intensidad asignada del motor	Fusible		Intensidad asignada del motor	Fusible	
				Arranque directo	Y/Δ		Arranque directo	Y/Δ
kW	cos φ	η [%]	A	A	A	A	A	A
0,06	0,7	58	0,37	2	–	0,21	2	–
0,09	0,7	60	0,54	2	–	0,31	2	–
0,12	0,7	60	0,72	4	2	0,41	2	–
0,18	0,7	62	1,04	4	2	0,6	2	–
0,25	0,7	62	1,4	4	2	0,8	4	2
0,37	0,72	66	2	6	4	1,1	4	2
0,55	0,75	69	2,7	10	4	1,5	4	2
0,75	0,79	74	3,2	10	4	1,9	6	4
1,1	0,81	74	4,6	10	6	2,6	6	4
1,5	0,81	74	6,3	16	10	3,6	6	4
2,2	0,81	78	8,7	20	10	5	10	6
3	0,82	80	11,5	25	16	6,6	16	10
4	0,82	83	14,8	32	16	8,5	20	10
5,5	0,82	86	19,6	32	25	11,3	25	16
7,5	0,82	87	26,4	50	32	15,2	32	16
11	0,84	87	38	80	40	21,7	40	25
15	0,84	88	51	100	63	29,3	63	32
18,5	0,84	88	63	125	80	36	63	40
22	0,84	92	71	125	80	41	80	50
30	0,85	92	96	200	100	55	100	63
37	0,86	92	117	200	125	68	125	80
45	0,86	93	141	250	160	81	160	100
55	0,86	93	173	250	200	99	200	125
75	0,86	94	233	315	250	134	200	160
90	0,86	94	279	400	315	161	250	200
110	0,86	94	342	500	400	196	315	200
132	0,87	95	401	630	500	231	400	250
160	0,87	95	486	630	630	279	400	315
200	0,87	95	607	800	630	349	500	400
250	0,87	95	–	–	–	437	630	500
315	0,87	96	–	–	–	544	800	630
400	0,88	96	–	–	–	683	1000	800
450	0,88	96	–	–	–	769	1000	800
500	0,88	97	–	–	–	–	–	–
560	0,88	97	–	–	–	–	–	–
630	0,88	97	–	–	–	–	–	–

Normas, fórmulas y tablas

Intensidades asignadas del motor

Potencia de motor			500 V			690 V		
			Intensidad asignada del motor	Fusible		Intensidad asignada del motor	Fusible	
				Arranque directo	Y/Δ		Arranque directo	Y/Δ
kW	cos φ	η [%]	A	A	A	A	A	A
0,06	0,7	58	0,17	2	–	0,12	2	–
0,09	0,7	60	0,25	2	–	0,18	2	–
0,12	0,7	60	0,33	2	–	0,24	2	–
0,18	0,7	62	0,48	2	–	0,35	2	–
0,25	0,7	62	0,7	2	–	0,5	2	–
0,37	0,72	66	0,9	2	2	0,7	2	–
0,55	0,75	69	1,2	4	2	0,9	4	2
0,75	0,79	74	1,5	4	2	1,1	4	2
1,1	0,81	74	2,1	6	4	1,5	4	2
1,5	0,81	74	2,9	6	4	2,1	6	4
2,2	0,81	78	4	10	4	2,9	10	4
3	0,82	80	5,3	16	6	3,8	10	4
4	0,82	83	6,8	16	10	4,9	16	6
5.5	0,82	86	9	20	16	6.5	16	10
7.5	0,82	87	12,1	25	16	8,8	20	10
11	0,84	87	17,4	32	20	12,6	25	16
15	0,84	88	23,4	50	25	17	32	20
18.5	0,84	88	28,9	50	32	20,9	32	25
22	0,84	92	33	63	32	23,8	50	25
30	0,85	92	44	80	50	32	63	32
37	0,86	92	54	100	63	39	80	50
45	0,86	93	65	125	80	47	80	63
55	0,86	93	79	160	80	58	100	63
75	0,86	94	107	200	125	78	160	100
90	0,86	94	129	200	160	93	160	100
110	0,86	94	157	250	160	114	200	125
132	0,87	95	184	250	200	134	250	160
160	0,87	95	224	315	250	162	250	200
200	0,87	95	279	400	315	202	315	250
250	0,87	95	349	500	400	253	400	315
315	0,87	96	436	630	500	316	500	400
400	0,88	96	547	800	630	396	630	400
450	0,88	96	615	800	630	446	630	630
500	0,88	97	–	–	–	491	630	630
560	0,88	97	–	–	–	550	800	630
630	0,88	97	–	–	–	618	800	630

Normas, fórmulas y tablas

Intensidades asignadas del motor

Intensidades asignadas del motor para motores trifásicos norteamericanos[1)]

Potencia de motor	Intensidad asignada del motor en amperios[2)]			
HP	115 V	230 V[3)]	460 V	575 V
1/2	4,4	2,2	1,1	0,9
3/4	6,4	3,2	1,6	1,3
1	8,4	4,2	2,1	1,7
1 1/2	12	6,0	3,0	2,4
2	13,6	6,8	3,4	2,7
3		9,6	4,8	3,9
5		15,2	7,6	6,1
7 1/2		22	11	9
10		28	14	11
15		42	21	17
20		54	27	22
25		68	34	27
30		80	40	32
40		104	52	41
50		130	65	52
60		154	77	62
75		192	96	77
100		248	124	99
125		312	156	125
150		360	180	144
200		480	240	192
250			302	242
300			361	289
350			414	336
400			477	382
450			515	412
500			590	472

1) Fuente: 1/2 – 200 HP = NEC Code, Table 430-150
= CSA-C22.1-1986, Table 44
250 – 500 HP = UL 508, Table 52,2

2) Las intensidades asignadas del motor indicadas deben considerarse valor aproximativos. Los valores exactos deben consultarse en los manuales del fabricante o en las placas indicadoras de potencia de los motores.

3) Para intensidades asignadas del motor de motores de 208/200 V deben incrementarse las correspondientes intensidades asignadas del motor de los motores de 230 V en un 10 – 15 %

Normas, fórmulas y tablas
Cables

Entradas de conductores y cables con pasacables

La entrada de cables en aparatos bajo envolvente se simplifica y mejora considerablemente al utilizar pasacables.

Pasacables
Para entrada de cables directa y rápida bajo envolvente y como tapón de cierre.

Pasacables de membrana métrico	Entrada de cables	Diámetro del agujero mm	Diámetro exterior del cable mm	Utilización del cable NYM/NYY, tetrafilar mm^2	Tipo de pasacables
 • IP66, con membrana pasante integrada • PE y elastómero termoplástico, libre de halógenos	M16	16,5	1 – 9	H03VV-F3 × 0,75 NYM 1 × 16/3 × 1,5	KT-M16
	M20	20,5	1 – 13	H03VV-F3 × 0,75 NYM 5 × 1,5/5 × 2,5	KT-M20
	M25	25,5	1 – 18	H03VV-F3 × 0,75 NYM 4× 10	KT-M25
	M32	32,5	1 – 25	H03VV-F3 × 0,75 NYM 4 × 16/5 × 10	KT-M32

Normas, fórmulas y tablas
Cables

Entradas de conductores y cables con prensaestopas

Prensaestopas métrico según EN 50262
Con rosca larga de 9, 10, 12, 14 o 15 mm.

Prensaestopas	Entrada de cables	Diámetro del agujero mm	Diámetro exterior del cable mm	Utilización del cable NYM/NYY, tetrafilar mm^2	Tipo de pasacables
 • Con contratuerca y descarga de tracción incorporada • IP68 hasta 5 bar, poliamida, libre de halógenos	M12	12,5	3 –7	H03VV-F3 × 0,75 NYM 1 × 2,5	V-M12
	M16	16,5	4,5 – 10	H05VV-F3 × 1,5 NYM 1 × 16/3 × 1,5	V-M16
	M20	20,5	6 – 13	H05VV-F4 × 2,5/3 × 4 NYM 5 × 1,5/5 × 2,5	V-M20
	M25	25,5	9 – 17	H05VV-F5 × 2,5/5 × 4 NYM 5 × 2,5/5 × 6	V-M25
	M32	32,5	13 – 21	NYM 5 × 10	V-M32
	M32	32,5	18 – 25	NYM 5 × 16	V-M32G[1)]
	M40	40,5	16 – 28	NYM 5 × 16	V-M40
	M50	50,5	21 – 35	NYM 4 × 35/5 × 25	V-M50
	M63	63,5	34 – 48	NYM 4 × 35	V-M63

1) No cumple la norma EN 50262.

Normas, fórmulas y tablas
Cables

Diámetro exterior de conductores y cables

Número de conductores	Diámetro exterior aprox. (valor medio de diversos productos) NYM	NYY	H05 RR-F	H07 RN-F	NYCY NYCWY
Sección mm²	mm máx.	mm	mm máx.	mm máx.	mm
2 × 1,5	10	11	9	10	12
2 × 2,5	11	13	13	11	14
3 × 1,5	10	12	10	10	13
3 × 2,5	11	13	11	12	14
3 × 4	13	17	–	14	15
3 × 6	15	18	–	16	16
3 × 10	18	20	–	23	18
3 × 16	20	22	–	25	22
4 × 1,5	11	13	9	11	13
4 × 2,5	12	14	11	13	15
4 × 4	14	16	–	15	16
4 × 6	16	17	–	17	18
4 × 10	18	19	–	23	21
4 × 16	22	23	–	27	24
4 × 25	27	27	–	32	30
4 × 35	30	28	–	36	31
4 × 50	–	30	–	42	34
4 × 70	–	34	–	47	38
4 × 95	–	39	–	53	43
4 × 120	–	42	–	–	46
4 × 150	–	47	–	–	52
4 × 185	–	55	–	–	60
4 × 240	–	62	–	–	70
5 × 1,5	11	14	12	14	15
5 × 2,5	13	15	14	17	17
5 × 4	15	17	–	19	18
5 × 6	17	19	–	21	20
5 × 10	20	21	–	26	–
5 × 16	25	23	–	30	–
8 × 1,5	–	15	–	–	–
10 × 1,5	–	18	–	–	–
16 × 1,5	–	20	–	–	–
24 × 1,5	–	25	–	–	–

NYM: Conductor recubierto
NYY: Cable con recubrimiento de plástico
H05RR-F: Conductor con tubo de goma ligero (NLH + NSH)
NYCY: Cable con conductor concéntrico y recubrimiento de plástico
NYCWY: cable con conductor concéntrico ondulado y recubrimiento de plástico

Normas, fórmulas y tablas
Cables

Cables y conductores, códigos

Identificación de la referencia

Disposición armonizada	H
Referencia nacional reconocida	A

Tensión nominal U_0/U

300/300 V	03
300/500 V	05
450/750 V	07

Material aislante

PVC	V
Goma natural y/o de estriol-butadino	R
Goma de silicona	S

Material de recubrimiento

PVC	V
Goma natural y/o de estriol-butadino	R
Goma de policloropropeno	N
Tejido de fibra de vidrio	J
Material textil	T

9

Características especiales de montaje

Conductor plano, subdivisible	H
Conductor plano, no subdivisible	H2

Tipo de conductor

Unifilar	-U
Multifilar	-R
Flexible en conductores para instalación fija	-K
Flexible en conductores flexibles	-F
Muy flexible en conductores flexibles	-H
Tinsel	-Y

Número de conductores ...

Conductor de protección

Sin conductor de protección	X
Con conductor de protección	G

Sección nominal del conductor ...

Ejemplos para la designación completa de conductor

Conductor de cableado PVC, 0,75 mm² flexible, H05V-K 0,75 negro

Conductor con tubo grueso de goma, trifilar, 2,5 mm² sin conductor de protección verde-amarillo A07RN-F3 × 2,5

Notas

Normas, fórmulas y tablas
Cables

Conversión de secciones de los conductores norteamericanas en mm²

EEUU/Canadá	Europa	
AWG/circular mills	mm² (exacto)	mm² (valor normalizado aprox.)
22	0,326	0,4
21	0,411	
20	0,518	0,5
19	0,653	
18	0.823	0,75
17	1,04	1
16	1,31	1,5
15	1.65	
14	2,08	
13	2,62	2,5
12	3,31	4
11	4,17	
10	5,26	6
9	6,63	
8	8,37	10
7	10,50	
6	13,30	16
5	16,80	
4	21,20	25
3	26,70	
2	33,60	35
1	42,40	
1/0	53,50	50
2/0	67,40	70
3/0	85	
4/0	107	95

Normas, fórmulas y tablas
Cables

EEUU/Canadá	Europa	
AWG/circular mills	**mm^2 (exacto)**	**mm^2 (valor normalizado aprox.)**
circular mills		
250.000	127	120
300.000	152	150
350.000	177	185
400.000	203	
450.000	228	
500.000	253	240
550.000	279	
600.000	304	300
650.000	329	
700.000	355	
750.000	380	
800.000	405	
850.000	431	
12900.000	456	
950.000	481	
1.000.000	507	500
1.300.000	659	625

Además de los datos de sección en “circular mills”, también se suelen encontrar indicaciones en “MCM”: 250.000 circular mills = 250 MCM

Normas, fórmulas y tablas
Cables

Intensidades asignadas e intensidades de cortocircuito de transformadores estándars

Tensión asignada U_n	**400/230 V**			**525 V**
Tensión de cortocircuito U_K		4 %	6 %	
Potencia asignada	Intensidad asignada I_n	Intensidad de cortocircuito I_K''		Intensidad asignada I_n
kVA	A	A	A	A
50	72	1805	–	55
100	144	3610	2406	110
160	230	5776	3850	176
200	288	7220	4812	220
250	360	9025	6015	275
315	455	11375	7583	346
400	578	14450	9630	440
500	722	18050	12030	550
630	909	22750	15166	693
800	1156	–	19260	880
1000	1444	–	24060	1100
1250	1805	–	30080	1375
1600	2312	–	38530	1760
2000	2888	–	48120	2200

Normas, fórmulas y tablas
Cables

		690/400 V		
4 %	6 %		4 %	6 %
Intensidad de cortocircuito		Intensidad asignada	Intensidad de cortocircuito	
I_K''		I_n	I_K''	
A	A	A	A	A
1375	–	42	1042	–
2750	1833	84	2084	1392
4400	2933	133	3325	2230
5500	3667	168	4168	2784
6875	4580	210	5220	3560
8660	5775	263	6650	4380
11000	7333	363	8336	5568
13750	9166	420	10440	7120
17320	11550	526	13300	8760
–	14666	672	–	11136
–	18333	840	–	13920
–	22916	1050	–	17480
–	29333	1330	–	22300
–	36666	1680	–	27840

Normas, fórmulas y tablas
Fórmulas

Ley de Ohm

$U = I \times R \ [V]$ $\quad I = \frac{U}{R} \ [A]$ $\quad R = \frac{U}{I} \ [\Omega]$

Resistencia de un conductor

$R = \frac{l}{\chi \times A} \ [\Omega]$

l = Longitud del conductor [m]

χ = Conductividad [m/Ωmm²]

A = Sección del conductor [mm²]

Cobre: $\chi = 57 \ \frac{m}{\Omega mm^2}$

Aluminio: $\chi = 33 \ \frac{m}{\Omega mm^2}$

Hierro: $\chi = 8.3 \ \frac{m}{\Omega mm^2}$

Cinc: $\chi = 15.5 \ \frac{m}{\Omega mm^2}$

Resistencias

Bobina de inductancia $X_L = 2 \times \pi \times f \times L \ [\Omega]$

Condensadores $X_C = \frac{1}{2 \times \pi \times f \times C} \ [\Omega]$

Impedancia $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$ $\quad Z = \frac{R}{\cos\varphi} \ [\Omega]$

L = Inductividad [H]

C = Capacidad [F]

X_L = Resistencia inductiva [Ω]

X_C = Resistencia capacitiva [Ω]

f = Frecuencia [Hz]

φ = Ángulo de fase

Conexión en paralelo de resistencias

Con 2 resistencias en paralelo:

$R_g = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2} \ [\Omega]$

Con 3 resistencias en paralelo:

$R_g = \frac{R_1 \times R_2 \times R_3}{R_1 \times R_2 + R_2 \times R_3 + R_1 \times R_3} \ [\Omega]$

Cálculo general de resistencias:

$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + ... [1/\Omega]$

$\frac{1}{Z} = \frac{1}{Z_1} + \frac{1}{Z_2} + \frac{1}{Z_3} + ... [1/\Omega]$

$\frac{1}{X} = \frac{1}{X_1} + \frac{1}{X_2} + \frac{1}{X_3} + ... [1/\Omega]$

Normas, fórmulas y tablas
Fórmulas

Potencia eléctrica

	Potencia	Absorción de corriente
Corriente continua	$P = U \times I$ [W]	$I = \frac{P}{U}$ [A]
Corriente alterna monofásica	$P = U \times I \times \cos\varphi$ [W]	$I = \frac{P}{U \times \cos\varphi}$ [A]
Corriente trifásica	$P = \sqrt{3} \times U \times I \times \cos\varphi$ [W]	$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times \cos\varphi}$ [A]

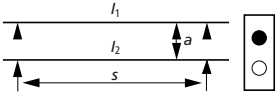
Efecto dinámico entre 2 conductores en paralelo

2 conductores con intensidades I_1 e I_2

$$F_2 = \frac{0.2 \times I_1 \times I_2 \times s}{a} \text{[N]}$$

s = Distancia entre soportes [cm]

a = Distancia [cm]



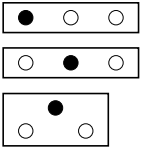
Efecto dinámico entre 3 conductores en paralelo

3 conductores con intensidad I

$F_3 = 0.808 \times F_2$ [N]

$F_3 = 0.865 \times F_2$ [N]

$F_3 = 0.865 \times F_2$ [N]



9

Normas, fórmulas y tablas
Fórmulas

Caída de tensión

	Potencia conocida	Intensidad conocida
Corriente continua	$\Delta U = \frac{2 \times l \times P}{\chi \times A \times U}$ [V]	$\Delta U = \frac{2 \times l \times I}{\chi \times A}$ [V]
Corriente alterna monofásica	$\Delta U = \frac{2 \times l \times P}{\chi \times A \times U}$ [V]	$\Delta U = \frac{2 \times l \times I}{\chi \times A} \times \cos\varphi$ [V]
Corriente trifásica	$\Delta U = \frac{l \times P}{\chi \times A \times U}$ [V]	$\Delta U = \sqrt{3} \times \frac{l \times I}{\chi \times A} \times \cos\varphi$ [V]

Determinación de la sección según la caída de tensión

Corriente continua	Corriente alterna monofásica	Corriente trifásica
Potencia conocida		
$A = \frac{2 \times l \times P}{\chi \times u \times U}$ [mm^2]	$A = \frac{2 \times l \times P}{\chi \times u \times U}$ [mm^2]	$A = \frac{l \times P}{\chi \times u \times U}$ [mm^2]
Intensidad conocida		
$A = \frac{2 \times l \times I}{\chi \times u}$ [mm^2]	$A = \frac{2 \times l \times I}{\chi \times u} \times \cos\varphi$ [mm^2]	$A = \sqrt{3} \times \frac{l \times I}{\chi \times u} \times \cos\varphi$ [mm^2]

Pérdida de potencia

Corriente continua	Corriente alterna monofásica
$P_{loss} = \frac{2 \times l \times P \times P}{\chi \times A \times U \times U}$ [W]	$P_{loss} = \frac{2 \times l \times P \times P}{\chi \times A \times U \times U \times \cos\varphi \times \cos\varphi}$ [W]

Corriente trifásica

$$P_{loss} = \frac{l \times P \times P}{\chi \times A \times U \times U \times \cos\varphi \times \cos\varphi} \text{ [W]}$$

l = Longitud simple [m] del conductor;
A = Sección [mm^2] del conductor único;
χ = Conductividad (cobre: $\chi = 57$; aluminio: $\chi = 33$; hierro: $\chi = 8{,}3 \frac{m}{\Omega mm^2}$)

Normas, fórmulas y tablas
Fórmulas

Potencia eléctrica de motores

	Potencia transmitida	Absorción de corriente
Corriente continua	$P_1 = U \times I \times \eta$ [W]	$I = \frac{P_1}{U \times \eta}$ [A]
Corriente alterna monofásica	$P_1 = U \times I \times \cos\varphi \times \eta$ [W]	$I = \frac{P_1}{U \times \cos\varphi \times \eta}$ [A]
Corriente trifásica	$P_1 = (1.73) \times U \times I \times \cos\varphi \times \eta$ [W]	$I = \frac{P_1}{(1.73) \times U \times \cos\varphi \times \eta}$ [A]

P_1 = Potencia mecánica transmitida al árbol del motor según la placa indicadora de potencia (potencia útil)
P_2 = Potencia elec. absorbida

Rendimiento	$\eta = \frac{P_1}{P_2} \times (100\ \%)$	$P_2 = \frac{P_1}{\eta}$ [W]

Núm. de polos	Velocidad síncrona	Velocidad a plena carga
2	3000	2800 – 2950
4	1500	1400 – 1470
6	1000	900 – 985
8	750	690 – 735
10	600	550 – 585

Velocidad síncrona = velocidad en vacío aprox.

Normas, fórmulas y tablas
Sistema internacional de unidades

Sistema internacional de unidades (SI)

Magnitudes básicas Magnitudes físicas	Símbolo	Unidad básica SI	Otras unidades SI
Longitud	L	m (metro)	km, dm, cm, mm, µm, nm, pm
Peso	M	kg (kilogramo)	Mg, g, mg, µg
Tiempo	T	s (segundo)	ks, ms, µs, ns
Intensidad de corriente eléctrica	I	A (amperio)	kA, mA, µA, nA, pA
Temperatura termodinámica	T	K (Kelvin)	–
Cantidad de materia	N	mol (Mol)	Gmol, Mmol, kmol, mmol, µmol
Intensidad alumínica	I_v	cd (Candela)	Mcd, kcd, mcd

Factores de conversión de unidades antiguas a unidades SI

Factores de conversión

Magnitud	Unidad antigua	Unidad SI exacta	Valor redondeado
Fuerza	1 kp 1 dyn	9.80665 N $1 \cdot 10^{-5}$ N	10 N $1 \cdot 10^{-5}$ N
Momento de una fuerza	1 mkp	9,80665 Nm	10 Nm
Presión	1 at 1 Atm = 760 Torr 1 Torr 1 mWS 1 mmWS 1 mmWS	0,980665 bar 1,01325 bar 1,3332 mbar 0,0980665 bar 0,0980665 mbar 9,80665 Pa	1 bar 1,01 bar 1,33 bar 0,1 bar 0,1 mbar 10 Pa
Resistencia, tensión	$1 \frac{kp}{mm^2}$	$9{,}80665 \frac{N}{mm^2}$	$10 \frac{N}{mm^2}$
Energía	1 mkp 1 kcal 1 erg	9,80665 J 4,1868 kJ $1 \cdot 10^{-7}$ J	10 J 4.2 kJ $1 \cdot 10^{-7}$ J

Normas, fórmulas y tablas
Sistema internacional de unidades

Factores de conversión

Magnitud	Unidad antigua	Unidad SI exacta	Valor redondeado
Potencia	$1\frac{kcal}{h}$	$4{,}1868\frac{kJ}{h}$	$4{,}2\frac{kJ}{h}$
	$1\frac{kcal}{h}$	1,163 W	1,16 W
	1 PS	0,73549 kW	0,740 kW
Coeficiente de transmisión de calor	$1\frac{kcal}{M^2h°C}$	$4{,}1868\frac{kJ}{M^2hK}$	$4{,}2\frac{kJ}{M^2hK}$
	$1\frac{kcal}{M^2h°C}$	$1{,}163\frac{W}{M^2K}$	$1{,}16\frac{W}{M^2K}$
Viscosidad dinámica	$1 \cdot 10^{-6}\ \frac{kps}{m^2}$	$980665 \cdot 10^{-5}\ \frac{Ns}{m^2}$	$1 \cdot 10^{-5}\frac{Ns}{m^2}$
	1 Poise	$0{,}1\ \frac{Ns}{M^2}$	$0{,}1\ \frac{Ns}{M^2}$
	1 Poise 0,1	Pa · S	
Viscosidad cinética	1 Stokes	$1 \cdot 10^{-4}\ \frac{m^2}{s}$	$1 \cdot 10^{-4}\ \frac{m^2}{s}$
Ángulo (plano)	1	$\frac{1}{360}$pla	$2{,}78 \cdot 10^{-3}$pla
	1 gon	$\frac{1}{400}$pla	$2{,}5 \cdot 10^{-3}$pla
	1	$\frac{\pi}{180}$rad	$17{,}5 \cdot 10^{-3}$rad
	1 gon	$\frac{\pi}{200}$rad	$15{,}7 \cdot 10^{-3}$pla
	57.296		1 rad
	63.662 gon		1 rad

Normas, fórmulas y tablas
Sistema internacional de unidades

Conversión de unidades SI y coherencias

el tamaño	Unidades SI Nombre	Símbolo	Unidades básicas	Conversión de las unidades SI
Fuerza	Newton	N	$1 \cdot \frac{kg \cdot M}{S^2}$	
Momento de fuerza	Newton-metro	Nm	$1 \cdot \frac{kg \cdot M^2}{S^2}$	
Presión	Bar	Bar	$10^5 \frac{kg}{M \cdot S^2}$	$1\ bar = 10^5 Pa = 10^5 \frac{N}{m^2}$
	Pascal	Pa	$1 \cdot \frac{kg}{M \cdot S^2}$	$1\ Pa = 10^{-5} Bar$
Energía, cantidad de calor	Joule	J	$1 \cdot \frac{kg \cdot M^2}{S^2}$	1 J = 1 Ws = 1 Nm
Potencia	Vatio	W	$1 \cdot \frac{kg \cdot M^2}{S^3}$	$W = 1 \frac{J}{S} = 1 \frac{N \cdot M}{S}$
Tensión, resistencia		$\frac{N}{mm^2}$	$10^6 \frac{kg}{M \cdot S^2}$	$1 \frac{N}{mm^2} = 10^2 \frac{N}{cm^2}$
Ángulo (plano)	Grado Gon	1 Gon		360° = 1 pla = 2π rad 400 gon = 360°
	Radiante	rad	$1 \frac{M}{M}$	
	Ángulo completo	pla		1 pla = 2π rad = 360°
Tensión	Voltio	V	$1 \cdot \frac{kg \cdot M^2}{S^3 \cdot A}$	$1\ V = 1 \cdot \frac{W}{A}$
Resistencia	Ohmio	Ω	$1 \cdot \frac{kg \cdot M^2}{S^3 \cdot A^2}$	$1\ \Omega = 1 \cdot \frac{V}{A} = 1 \cdot \frac{W}{A^2}$
Conducti-vidad	Siemens	S	$1 \cdot \frac{S^3 \cdot A^2}{kg \cdot M^2}$	$1\ s = 1 \cdot \frac{A}{V} = 1 \cdot \frac{A^2}{W}$
Carga eléctrica	Coulomb	C	1 · A · s	

Normas, fórmulas y tablas
Sistema internacional de unidades

Conversión de unidades SI y coherencias

el tamaño	Unidades SI Nombre	Símbolo	Unidades básicas	Conversión de las unidades SI
Capacidad	Farad	F	$1 \cdot \frac{S^4 \cdot A}{kg \cdot M^2}$	$1\,F = 1 \cdot \frac{C}{V} = 1 \cdot \frac{S \cdot A^2}{W}$
Fuerza de campo		$\frac{V}{M}$	$1 \cdot \frac{kg \cdot M}{S^3 \cdot A}$	$1\frac{V}{M} = 1 \cdot \frac{W}{A \cdot M}$
Flujo	Weber	W_b	$1 \cdot \frac{kg \cdot M^2}{S^2 \cdot A}$	$1\,W_b = 1 \cdot V \cdot S = 1 \cdot \frac{W \cdot S}{A}$
Densidad del flujo inductivo	Tesla	T	$1 \cdot \frac{kg}{S^2 \cdot A}$	$1\,T = \frac{W_b}{M^2} = 1 \cdot \frac{V \cdot S}{M^2} = 1 \cdot \frac{W \cdot S}{M^2 A}$
Inductividad	Henry	H	$1 \cdot \frac{kg \cdot M^2}{S^2 \cdot A^2}$	$1\,H = \frac{W_b}{A} = 1 \cdot \frac{V \cdot S}{A} = 1 \cdot \frac{W \cdot S}{A^2}$

Partes decimales y múltiplos de unidades

Potencia	Prefijos	Símbolo	Potencia	Prefijos	Símbolo
10^{-18}	Atto	a	10^{-1}	Deci	d
10^{-15}	Femto	F	10	Deca	da
10^{-12}	Pico	P	10^{2}	Hecto	h
10^{-9}	Nano	N	10^{3}	Kilo	k
10^{-6}	Micro	M	10^{6}	Mega	M
10^{-3}	Mili	M	10^{9}	Giga	G
10^{-2}	Centi	c	10^{12}	Tera	T

Normas, fórmulas y tablas
Sistema internacional de unidades

Unidades físicas

Unidades que ya no se admiten

Fuerza (mecánica)

Unidad SI:		N (Newton) J/m (Joule/m)		
Unidad anterior:		kp (kilopondio) dyn (Dyn)		
1 N	= 1 J/m	= 1 kg m/s^2	= 0,102 kp	= 10^5 dyn
1 J/m	= 1 N	= 1 kg m/s^2	= 0,102 kp	= 10^5 dyn
1 kg m/s^2	= 1 N	= 1 J/m	= 0,102 kp	= 10^5 dyn
1 kp	= 9,81 N	= 9,81 J/m	= 9,81 kg m/s^2	= 0,981 10^6 dyn
1 dyn	= 10^{-5} N	= 10^{-5} J/m	= 10^{-5} kg m/s^2	= 1,02 10^{-5} kp

Presión

Unidad SI:		Pa (Pascal) bar (Bar)		
Unidad anterior:		at = kp/cm^2 = 10 m Ws Torr = mm Hg atm		
1 Pa	= 1 N/m^2	= 10^{-5} bar		
1 Pa	= 10^{-5} bar	= 10,2 · 10^{-6} at	= 9,87 · 10^{-6} at	= 7,5 · 10^{-3} Torr
1 bar	= 10^5 Pa	= 1,02 at	= 0,987 at	= 750 Torr
1 at	= 98,1 · 10^3 Pa	= 0,981 bar	= 0,968 at	= 736 Torr
1 atm	= 101,3 · 10^3 Pa	= 1,013 bar	= 1,033 at	= 760 Torr
1 Torr	= 133,3 Pa	= 1,333 · 10^{-3} bar	= 1,359 · 10^{-3} at	= 1,316 · 10^{-3} atm

Normas, fórmulas y tablas
Sistema internacional de unidades

Trabajo

Unidad SI:			J (Joule) Nm (Newton-metro)		
Unidad SI: (como hasta ahora)			Ws (vatio/segundo) kWh (kilovatio/hora)		
Unidad anterior:			kcal (Kilocaloría) = cal · 10^{-3}		
1 Ws	= 1 J	= 1 Nm	10^7 erg		
1 Ws	= 278 · 10^{-9} kWh	= 1 Nm	= 1 J	= 0,102 kpm	= 0,239 cal
1 kWh	= 3,6 · 10^6 Ws	= 3,6 · 10^6 Nm	= 3,6 · 10^6 J	= 367 · 10^6 kpm	= 860 kcal
1 Nm	= 1 Ws	= 278 · 10^{-9} kWh	= 1 J	= 0,102 kpm	= 0,239 cal
1 J	= 1 Ws	= 278 · 10^{-9} kWh	= 1 Nm	= 0,102 kpm	= 0,239 cal
1 kpm	= 9,81 Ws	= 272 · 10^{-6} kWh	= 9,81 Nm	= 9,81 J	= 2,34 cal
1 kcal	= 4,19 · 10^3 Ws	= 1,16 · 10^{-3} kWh	= 4,19 · 10^3 Nm	= 4,19 · 10^3 J	= 427 kpm

Potencia

Unidad SI:			Nm/s (Newton-metro/s) J/s (Joule/s)		
Unidad SI: (como hasta ahora)			W (vatio) kW (Kilovatio)		
Unidad anterior:			kcal/s (Kilocaloría/Seg.) = cal/s · 10^3 kcal/h (Kilocaloría/Hora) = cal/h · 10^6 kpm/s (Kilopondiómetro/Seg.) PS (caballo de vapor)		
1 W	= 1 J/s	= 1 Nm/s			
1 W	= 10^{-3} kW	= 0,102 kpm/s	= 1,36 · 10^{-3} PS	= 860 cal/h	= 0,239 cal/s
1 kW	= 10^3 W	= 102 kpm/s	= 1,36 PS	= 860 · 10^3 cal/h	= 239 cal/s
1 kpm/s	= 9,81 W	= 9,81 · 10^{-3} kW	= 13,3 · 10^{-3} PS	= 8,43 · 10^3 cal/h	= 2,34 cal/s
1 PS	= 736 W	= 0,736 kW	= 75 kpm/s	= 632 · 10^3 cal/h	= 176 cal/s
1 kcal/h	= 1,16 W	= 1,16 · 10^{-3} kW	= 119 · 10^{-3} kpm/s	= 1,58 · 10^{-3} PS	= 277,8 · 10^{-3} cal/s
1 cal/s	= 4,19 W	= 4,19 · 10^{-3} kW	= 0,427 kpm/s	= 5,69 · 10^{-3} PS	= 3,6 kcal/h

Normas, fórmulas y tablas
Sistema internacional de unidades

Fuerza de campo magnética

Unidad SI:		
Unidad anterior:		Oe = (Oerstedt)
$1\ \frac{A}{M}$	$= 0,001\ \frac{kA}{M}$	= 0,01256 Oe
$1\ \frac{kA}{M}$	$= 1000\ \frac{A}{M}$	= 12,56 Oe
1 Oe	$= 79,6\ \frac{A}{M}$	$= 0,0796\ \frac{kA}{M}$

Fuerza de campo magnética

Unidad SI		Wb (Weber) µWb (Microweber)
Unidad anterior:		M = Maxwell
1 Wb	= 1 Tm^2	
1 Wb	= 10^6 µWb	= 10^8 M
1 µWb	= 10^{-6} Wb	= 100 M
1 M	= 10^{-8} Wb	= 0,01 µWb

Densidad del flujo magnético

Unidad SI:		T (Tesla) mT (Militesla)
Unidad anterior:		G = Gaus
1 T	= 1 Wb/m^2	
1 T	= 10^3 mT	= 10^4 G
1 mT	= 10^{-3} T	= 10 G
1 G	= $0,1^{-3}$ T	= 0,1 mT

Normas, fórmulas y tablas
Sistema internacional de unidades

Conversión de unidades inglesas/americanas en unidades SI

Longitud	1 in	1 ft	1 yd	1 milla terrestre	1 milla marina	
M	$25{,}4 \cdot 10^{-3}$	0,3048	0,9144	$1{,}609 \cdot 10^{3}$	$1{,}852 \cdot 10^{3}$	
Pesos	1 lb	1 ton (UK) long ton	1 cwt (UK) long cwt	1 ton (US) short ton	1 ounce	1 grain
kg	0,4536	1016	50,80	907,2	$28{,}35 \cdot 10^{-3}$	$64{,}80 \cdot 10^{-6}$
Superficie	1 sq.in	1 sq.ft	1 sq.yd	1 acre	1 sq.mile	
m^2	$0{,}6452 \cdot 10^{-3}$	$92{,}90 \cdot 10^{-3}$	0,8361	$4{,}047 \cdot 10^{3}$	$2{,}590 \cdot 10^{3}$	
Volumen	1 cu.in	1 cu.ft	1 cu.yd	1 gal (US)	1 gal (UK)	
m^3	$16{,}39 \cdot 10^{-6}$	$28{,}32 \cdot 10^{-3}$	0,7646	$3{,}785 \cdot 10^{-3}$	$4{,}546 \cdot 10^{-3}$	
Fuerza	1 lb	1 ton (UK) long ton	1 ton (US) short ton	1 pdl (poundal)		
N	4.448	$9{,}964 \cdot 10^{3}$	$8{,}897 \cdot 10^{3}$	0,1383		
Veloci-dades	$1\frac{\text{milla}}{\text{h}}$	1 nudo	$1\frac{\text{FT}}{\text{S}}$	$1\frac{\text{FT}}{\text{min}}$		
$\frac{\text{M}}{\text{S}}$	0,4470	0,5144	0,3048	$5{,}080 \cdot 10^{-3}$		
Presión	$1\frac{\text{lb}}{\text{sq.in}}$ 1 psi	1 in Hg	1 ft H_2O	1 in H_2O		
Bar	$65{,}95 \cdot 10^{-3}$	$33{,}86 \cdot 10^{-3}$	$29{,}89 \cdot 10^{-3}$	$2{,}491 \cdot 10^{-3}$		
Energía, trabajo	1 HPh	1 BTU	1 PCU			
J	$2{,}684 \cdot 10^{6}$	$1{,}055 \cdot 10^{3}$	$1{,}90 \cdot 10^{3}$			

Normas, fórmulas y tablas
Sistema internacional de unidades

Conversión de unidades SI en unidades inglesas/americanas

Longitud	1 cm	1 M	1 M	1 km	1 km
	0,3937 in	3,2808 ft	1,0936 yd	0,6214 millas (millas terres-tres)	0,5399 millas (millas marinas)
Pesos	1 G	1 kg	1 kg	1 T	1 T
	15,43 grain	35,27 ounce	2,2046 lb.	0,9842 long ton	1,1023 short ton
Superficie	1cm²	1 m²	1 m²	1 m²	1 km²
	0,1550 sq.in	10,7639 sq.ft	1,1960 sq.yd	$0{,}2471 \cdot 10^{-3}$ acre	0,3861 sq.mile
Volumen	1cm³	1 l	1 m³	1 m³	1 m³
	0,06102 cu.in	0,03531 cu.ft	1,308 cu.yd	264,2 gal (US)	219,97 gal (UK)
Fuerza	1 N	1 N	1 N		1 N
	0,2248 lb	$0{,}1003 \cdot 10^{-3}$ long ton (UK)	$0{,}1123 \cdot 10^{-3}$ short ton (US)		7,2306 pdl (poundal)
Veloci-dades	1 m/s	1 m/s	1 m/s	1 m/s	
	3,2808 ft/s	196,08 ft/min	1,944 nudos	2,237 millas/h	
Presión	1 bar	1 bar	1 bar	1 bar	
	14,50 psi	29,53 in Hg	33,45 ft H_2O	401,44 in H_2O	
Energía, trabajo	1 J	1 J	1 J		
	$0{,}3725 \cdot 10^{-6}$ HPh	$0{,}9478 \cdot 10^{-3}$ BTU	$0{,}5263 \cdot 10^{-3}$ PCU		

Notas

Notas