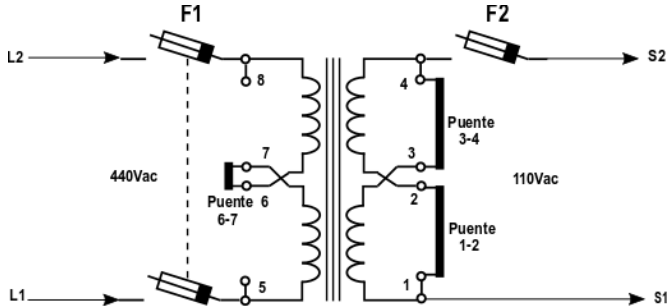


Protección al VRT



Es importante proteger de manera efectiva al transformador de control, pues de él depende la alimentación a la mayor parte de los circuitos de control, sin él nada funciona. Los transformadores suelen ser la segunda aplicación más común donde se requiere una protección contra *sobrecorriente*.

El propósito de este documento técnico es proporcionar una guía de los factores a considerar para seleccionar adecuadamente los fusibles de bajo voltaje al transformador VRT.

Sobrecorriente.

Una sobrecorriente es cualquier corriente que exceda el amperaje que puedan soportar los conductores, o un consumo excesivo por fallas de equipos o dispositivos en uso.

El término "sobrecorriente" incluye sobrecargas y cortocircuitos. Para la protección del transformador, solo hablaremos de sobrecargas.

Sobrecargas Es un exceso de corriente que recorre el circuito eléctrico en su operación ordinaria y en el que no hay ruptura de aislamiento.

Sobrecargas continuas Pueden ser causadas por un exceso en el equipamiento de la instalación, o por fallas del equipo.

Debemos desconectar dentro de un tiempo límite, estas sobrecargas sostenidas ya que eventualmente sobrecalentarán el aislamiento del transformador dejándolo inservible.

Sobrecargas temporales La simple conexión del propio transformador, el arranque de un motor de ventilador, un

contactor o una electroválvula son operaciones muy ordinarias que pueden ocurrir con frecuencia y muchas veces de manera simultáneas. Este tipo de sobrecargas temporales son, por definición, inofensivas, los dispositivos de protección contra sobrecorriente no deben abrir el circuito por esta causa.

Es importante darse cuenta que los fusibles seleccionados deben tener un retardo de tiempo suficiente para permitir que el transformador de control arranque y las sobrecargas temporales disminuyan. Sin embargo, si continúa la sobrecarga, los fusibles deben abrirse antes de que se dañen los componentes del sistema en los lados primario o secundario del transformador.

En general, los fusibles de fusión lenta retienen el 500% de la corriente nominal durante un mínimo de diez segundos, pero proporcionarán protección contra cortocircuitos al abrirse rápidamente en valores más altos de corriente. Los fusibles de fusión lenta, tienen un retardo de tiempo suficiente para permitir que los transformadores funcionen si los fusibles se seleccionan adecuadamente.

Fusibles en el Transformador de control. Los transformadores de control con corriente inferior a 2 amperios en el primario y que arrancan un motor pueden tener fusibles primarios no mayores al 500% de la corriente nominal en el primario.

Protección del transformador. Atienda al tipo de aplicación y los requisitos correspondientes donde se usan fusibles de bajo voltaje para proteger los lados primario y / o secundario del transformador de control.

1. Los **fusibles de retardo** pueden clasificarse al 125% de la corriente secundaria del transformador.
2. Cuando la capacidad de fusible requerida no corresponde a un fusible estándar, Se permite la siguiente clasificación estándar más alta.
3. No se requiere un fusible primario individual si el fusible del circuito primario no es mayor al 300% de la corriente primaria del transformador.

Transformadores clasificados para 600 voltios o menos.

Los Estándares de Control Industrial UL (No. 508) y los Estándares del Centro de Control de Motores (No. 845) especifican la protección del transformador de control correspondiente al Artículo 430.72 (C) de NEC. Además, UL requiere que el primario de los transformadores de control utilizados en los controladores que tengan clasificaciones de cortocircuito de más de 10,000 amperios esté protegido por Fusibles UL clase CC, J, R o T. Para conocer las clasificaciones máximas de fusibles permitidas por el NEC, consulte la tabla 1

para determinar el tamaño de la fusión primaria y la Tabla 2 para determinar el tamaño de la fusión secundaria.

Tabla 1

Clasificación máxima aceptable de sobrecorriente primaria en el transformador.

corriente máxima en el primario en Amp.	Clasificación máxima de sobrecorriente para un dispositivo protector en % de la corriente primaria del transformador de control	
	Sin protección por fusible en el secundario	Con protección por fusible en el secundario
$I_{prim} < 2 \text{ Amp.}$	300 (1)	250
$2 \text{ Amp.} < I_{prim} < 9 \text{ Amp.}$	167	250
$I_{prim} > 9 \text{ Amp.}$	125 (2)	250

tabla 2

Clasificación máxima aceptable de sobrecorriente secundaria en el transformador.

Corriente máxima en el secundario	Clasificación máxima de sobrecorriente para un dispositivo protector en % de la corriente del secundario del transformador de control
$I_{sec} < 9 \text{ Amp.}$	167
$I_{sec} > 9 \text{ Amp.}$	125 (2)

(1) 500% Para alimentación de motor

(2) si el 125% no corresponde a un valor estandarizado, utilice el siguiente valor estandar mas próximo hacia arriba.

Conociendo los Fusibles. Los fusibles son dispositivos sensibles a la corriente diseñados para servir como el enlace débil intencional en el circuito eléctrico. Su función es proporcionar protección de componentes discretos, o de circuitos completos, fundiéndose de manera confiable bajo condiciones de sobrecarga de corriente.

Los parámetros de los fusibles y los conceptos de la aplicación deben ser bien entendidos para seleccionar adecuadamente un fusible.

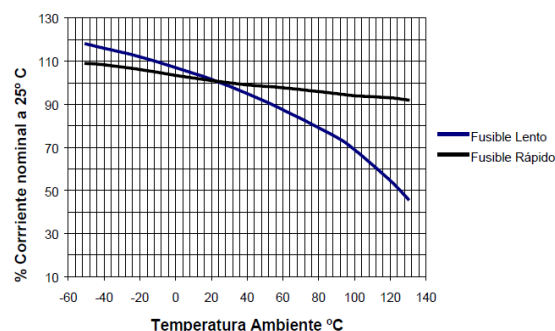
Factores a considerar

1. Corriente nominal de operación
 2. Voltaje de aplicación
 3. Temperatura ambiente
 4. Sobrecarga de corriente y tiempo en el que fusible debe abrir
 5. Capacidad interruptiva
 6. Pulsos, sobretensiones, corrientes de irrupción, corrientes de arranque y transitorios de circuito.
 7. Corrección por altitud
1. **CORRIENTE NOMINAL DE FUNCIONAMIENTO:** La corriente nominal de un fusible generalmente se reduce en un 25% para funcionar a 25 ° C para evitar la fusión no deseada del fusible . Por ejemplo, un fusible con una corriente nominal de 10 A no suele recomendarse para funcionar a no más de 7,5 A en una temperatura ambiente de 25 ° C.

2. **VOLTAJE DE APLICACIÓN:** La clasificación de voltaje del fusible debe ser igual o mayor que el voltaje de circuito disponible.

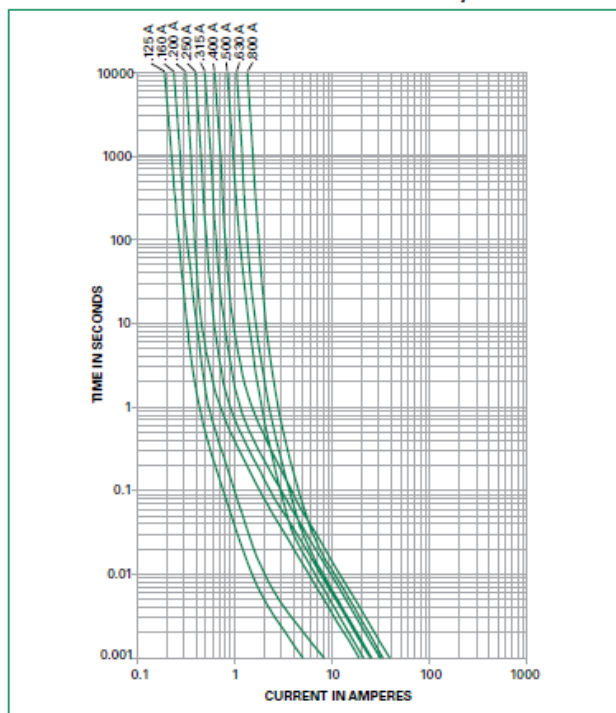
3. **TEMPERATURA AMBIENTE:** se refiere a la temperatura del aire que rodea inmediatamente al fusible y no debe confundirse con la "temperatura ambiente" que te rodea. La temperatura ambiente del fusible es apreciablemente más alta en muchos casos, porque está cerrada (como en un portafusibles de montaje en panel) o montada cerca de otros componentes que producen calor, como resistencias, transformadores, etc.

Cuanto mayor sea la temperatura ambiente, más caliente funcionará el fusible y menor será su vida útil. Por el contrario, operar a una temperatura más baja prolongará la vida del fusible. Un fusible también se calienta más a medida que la corriente de funcionamiento normal se acerca o excede la clasificación del fusible seleccionado. La experiencia práctica indica que los fusibles a temperatura ambiente deben durar indefinidamente, si no funcionan a más del 75% de la clasificación de fusibles del catálogo. Para corrección por factor térmico considere la siguiente gráfica.



4. **CONDICIÓN DE SOBRECARGA DE CORRIENTE:** Es el nivel actual para el cual se requiere protección. Las condiciones de falla pueden especificarse, ya sea en términos de corriente o, en términos de corriente y tiempo máximo, la falla puede ser tolerada antes de que ocurra el daño. Se deben consultar las curvas de tiempo-corriente para tratar de hacer coincidir la característica del fusible con las necesidades del circuito, teniendo en cuenta que las curvas se basan en datos promedio.

T-C Curves for 125mA to 800mA only



5. **CAPACIDAD INTERRUPTIVA:** Esta es la corriente máxima aprobada, que el fusible puede romper con seguridad a la tensión nominal.
6. **PULSOS:** El término general "pulsos" se usa en este contexto para describir la amplia categoría de formas de onda referidas como "sobrecorrientes", "corrientes de arranque", "corrientes de irrupción" y "transitorios". Las condiciones del pulso eléctrico pueden variar considerablemente de una aplicación a otra. Las diferentes construcciones de fusibles pueden no reaccionar de la misma manera a una condición de pulso dada. Los pulsos eléctricos producen ciclos térmicos y posible fatiga mecánica que podría afectar la vida del fusible. Los pulsos iniciales o de arranque son normales para algunas aplicaciones y requieren la característica de un fusible lento. Los fusibles de fusión lenta, incorporan un diseño de retardo térmico que les permite sobrevivir a los pulsos de arranque normales y aún así proporcionar protección contra sobrecargas prolongadas. El pulso de arranque debe definirse y luego compararse con la curva de corriente de tiempo y la clasificación I^2t para el fusible. La fusión nominal I^2t es una medida de la energía requerida para derretir el elemento de fusión y se expresa como "Amper cuadrado por segundo" ($A^2Sec.$). Esta fusión nominal I^2t , y la energía que representa (dentro de un tiempo de 8 milisegundos [0.008 segundos] o menos y 1 milisegundo

[0.001 segundos] o menos para fusibles de película delgada), es un valor constante para cada elemento de fusión diferente. Este valor I^2t es un parámetro del fusible en sí y está controlado por el material del elemento y la configuración del elemento fusible. Adicionalmente a la selección de fusibles sobre la base de "Corrientes de funcionamiento normales", "Revaloración" y "Temperatura ambiente" como se discutió anteriormente, también es necesario aplicar el enfoque de diseño I^2t . Esta fusión nominal I^2t no solo es un valor constante para cada diseño de elemento fusible, sino que también es independiente de la temperatura y el voltaje. Muy a menudo, **el método de fusión nominal I^2t de selección de fusibles se usa en aplicaciones en las que el fusible debe mantener pulsos de corriente grandes de corta duración.** Estas corrientes de alta energía son comunes en muchas aplicaciones y son críticas para el análisis de diseño

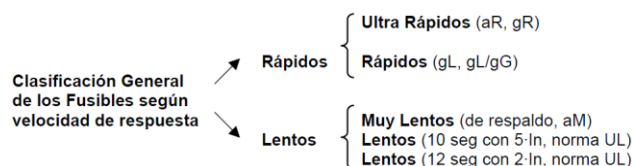
7. **CORRECCIÓN POR ALTITUD:** Las normas IEC 269-1, BS 88 parte 1 y NCh 2025 para fusibles de baja tensión, establecen que la altitud máxima de utilización es de 2000 metros sobre el nivel del mar. La norma ANSI / NEMA publicación FU 1, establece una altitud máxima de utilización de 3030 metros.

La norma IEC publicación 292-1 para fusibles de alta tensión, indica que la altitud máxima de operación es 1000 metros. Si las características dieléctricas del fusible no varían sobre los 1000 metros, el nivel de corriente y el aumento de la temperatura pueden ser corregidas para altitudes mayores. Para ello, es necesario aplicar los factores de corrección indicados en la tabla siguiente.

Altitud Máxima (m)	Factor de corrección para nivel de corriente	Factor de corrección para temperatura
1000	1.0	1.0
1500	0.99	0.98
3000	0.96	0.92

CARACTERÍSTICAS DEL FUSIBLE: El tipo de fusión es otra característica importante a considerar en la elección de un fusible y dependerá de los tipos de cargas conectadas al circuito que se desea proteger, ya sean reactivas (motores, transformadores, condensadores), resistivas o circuitos electrónicos (semiconductores).

Las normas internacionales referentes a fusibles, americanas (ANSI / UL) y europeas (BS88, IEC), han creado sus propios estándares para clasificar a los fusibles según su aplicación, designaciones físicas y parámetros eléctricos.



La norma IEC (International Electrotechnical Commission) creó un código para distinguir a los fusibles formado por solamente dos letras, siendo minúscula la primera y mayúscula la restante. Dicho código se encuentra en la publicación IEC-269-1 **Cláusula 5.7.**

La Primera letra define el régimen operativo del fusible, ya sea sobrecarga, cortocircuito o ambos.

g = Indica que el fusible interrumpe toda clase de corrientes (sobrecargas y cortocircuitos).

a = Indica que el fusible es capaz de interrumpir solo corrientes de cortocircuitos.

La segunda letra define la categoría de utilización del fusible, o el equipo a proteger.

G = Indica que el fusible protege líneas y aparatos en general.

L = Indica que el fusible protege líneas y aparatos en general (norma DIN, VDE).

M = Indica que el fusible protege Motores.

Tr = Indica que protege Transformadores.

C = Indica que protege a condensadores y circuitos capacitivos.

R = Protege semiconductores de potencia, rectificadores y circuitos electrónicos.

B = Indica que es aplicable en la minería.

Por ejemplo:

gG = Fusible con capacidad para interrumpir todas las corrientes en uso general.

gL = Fusible para uso general. Se utilizan en la protección de líneas, estando diseñada su curva de fusión para una respuesta lenta en las sobrecargas, y rápida frente a los cortocircuitos.

gM = Fusible con capacidad para interrumpir todas las corrientes para uso en motores.

gTr = Protegen a los transformadores contra sobrecargas y cortocircuitos, sin limitar su capacidad de carga, además soportan las corrientes típicas de los sistemas de distribución.

gC = Protegen a condensadores contra sobrecargas y cortocircuitos.

gB = Fusible especialmente desarrollado para su utilización en minas donde los cables son muy largos. Actúa en un corto tiempo, evitando así el calentamiento excesivo del cable.

aM = Fusible con capacidad para interrumpir parte de las corrientes y uso en motores. Protegen contra altas sobre intensidades hasta su poder de corte nominal, y deben asociarse a dispositivos de protección térmica contra pequeñas sobre intensidades.

aR = Fusible que protege a semiconductores contra corrientes muy intensas como cortocircuitos.

gR = Fusible que protege a semiconductores contra sobrecargas y cortocircuitos.

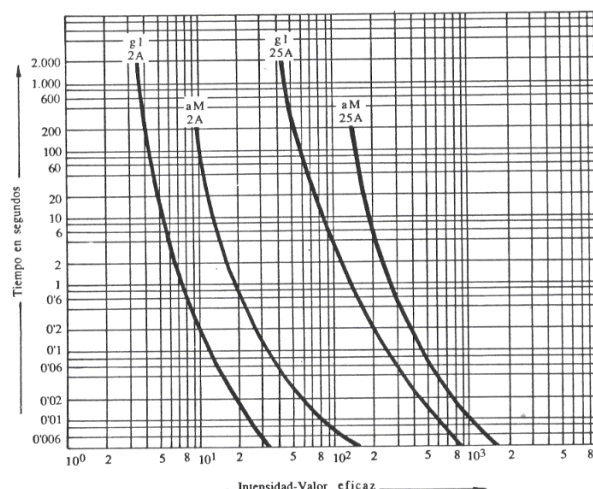


Gráfico comparativo curvas de operación fusible gL y aM.

La norma IEC-127-2, clasifica a los fusibles de vidrio según la siguiente manera:

Fusibles (5 mm · 20 mm) de **Acción Rápida** (Quick-acting) de Alta Capacidad de ruptura.

2.1·In	2.75·In		4·In		10·In
Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Máximo
30 min.	10 mseg.	2 seg.*	3 mseg.	300 mseg.	20 mseg.

* Para valores de corriente de 4-5 y 6.3 A

Fusibles (5 mm · 20 mm) de **Acción Rápida** (Quick-acting) de Baja Capacidad de ruptura.

Corriente	2.1·In	2.75·In		4·In		10·In
	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Máximo
32 a 100 mA	30 min.	10 mseg.	2 seg.*	3 mseg.	300 mseg.	20 mseg.
Sobre 100 mA hasta 6.3 A	30 min.	50 mseg.	2 seg.	100 mseg.	300 mseg.	20 mseg.

Fusibles (5 mm · 20 mm) de **Acción Lenta** con retardo de tiempo (Time-Lag) de Baja Capacidad de ruptura.

Corriente	2.1·In	2.75·In		4·In		10·In	
	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
32 a 100 mA	2 min.	200 mseg.	10 seg.	40 mseg.	3 seg.	10 mseg.	300 mseg.
Sobre 100 mA hasta 6.3 A	2 min.	600 mseg.	10 seg.	150 mseg.	3 seg.	20 mseg.	300 mseg.

Fusibles (6.3 mm · 32 mm) de **Acción Rápida** (Quick-acting) de Baja Capacidad de ruptura.

Corriente	2.1·In	2.75·In		4·In		10·In
	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Máximo
50 a 100 mA	20 seg.	2 mseg.	200 mseg.	1 mseg.	30 mseg.	5 mseg.
Sobre 100 mA hasta 10 A	20 seg.	20 mseg.	1500 mseg.	8 mseg.	400 mseg.	80 mseg.

La norma IEC-269-2, clasifica a los fusibles gL y gLL tipo industrial en la siguiente tabla.

	Corriente	3.15-In		6.3-In		12.5-In		25-In
		Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Máximo
gL	2	0.055	30	0.004	1		0.08	0.008
	4	0.15	36	0.011	1		0.08	0.01
	6	0.28	41	0.02	1		0.1	0.012
	8	0.4	44	0.03	1.2		0.1	0.012
	10	0.55	48	0.04	1.5	0.006	0.1	0.014
	12	1	52	0.1	2	0.01	0.14	0.016
	16	1.2	56	0.1	3	0.012	0.2	0.02
	20	1.5	60	0.1	3	0.014	0.2	0.02
	25	2.1	64	0.14	3	0.015	0.2	0.02
	32(35)	3	70	0.2	3	0.02	0.2	0.02
	40	3	70	0.2	3	0.02	0.2	0.02
	50	3	70	0.2	3	0.02	0.2	0.02
	63	3	70	0.2	3.15	0.02	0.2	0.02
	80	3	80	0.2	3.55	0.02	0.22	0.02
gLL	2	0.0085	0.27		0.016			
	4	0.016	1		0.04		0.004	
	6	0.033	12		0.55		0.37	
	8	0.04	14	0.04	0.6		0.04	
	10	0.06	16		0.7		0.044	
	12	0.55	17	0.037	0.8		0.05	0.0037
	16	0.6	19	0.04	0.86	0.003	0.058	0.004
	20	0.7	21	0.044	1	0.0031	0.065	0.0045
	25	0.8	26	0.05	1.1	0.0037	0.07	0.0053
	32	0.86	28	0.58	1.2	0.004	0.08	0.0057
	40	1	55	0.065	2.1	0.0043	0.15	0.001
	50	1.2	63	0.07	3	0.0053	0.2	0.02
	63	1.2	71	0.08	3.15	0.0057	0.2	0.02
	80	2.1	80	0.15	3.55	0.01	0.22	0.02
gL y gLL	100	3	90	0.2	4	0.02	0.25	0.02
	125	3.15	100	0.2	4.45	0.02	0.28	0.0225
	160	3.55	112	0.22	5	0.02	0.315	0.025
	200	4	125	0.25	5.6	0.02	0.355	0.028
	250	4.45	140	0.28	6.3	0.022	0.4	0.0315
	315	5	160	0.315	7.1	0.025	0.445	0.0355
	400	5.6	180	0.355	7.95	0.028	0.5	0.04
	500	6.3	200	0.4	8.9	0.0315	0.56	0.0445
	630	7.1	315	0.445	16	0.0355	1	0.0795
	800	7.95	355	0.5	18	0.04	1.12	0.089
	1000	8.9	400	0.56	20	0.0445	1.25	0.1

Y para fusibles clase gM de acción lenta

Veces In	4-In	6.3-In	8-In	10-In	12.5-In	25-In	50-In
Máximo	-	60	-	-	0.5	0.04	0.009
Mínimo	60	-	0.5	0.2	-	-	-

En general, los fusibles de acción lenta deben soportar **5 veces su corriente nominal durante un período de tiempo de 10 segundos**, y debido a esto se utilizan para proteger y respaldar instalaciones que están protegidas por dispositivos automáticos y para motores. Los fusibles utilizados en control operan sobre los **12 seg. con 2 veces su corriente nominal**.

