



# INTERRUPTORES - Fundamentos Básicos y Tiempos de Operación

Raidel Coa

Ingeniero de Aplicación en Subestaciones - Megger

**Megger**<sup>®</sup>  
Power on

# Coordinadora



## ■ Karen Becerril

Especialista de marketing para Latinoamérica  
Karen.Becerril@megger.com



# Presentador

## ■ Raidel Coa

Venezolano, Ingeniero electricista, posee estudios de cuarto nivel “Magister Scientiarum en Ingeniería Eléctrica”. Tiene 17 años de experiencia en pruebas eléctricas a equipos de alta tensión (11,4 a 800 kV). Fue miembro del comité de estudio A3 de CIGRE “High Voltage Equipment” durante los periodos 2010-2016.

Inspector de pruebas en fábrica (FAT) de CORPOELEC en:

- COELME-EGIC, seccionadores 420 kV (Venecia – Italia)
- ABB, interruptores, 245 y 420 kV (Ludvika – Suecia)
- SIEMENS, Interruptores, 115 kV (Grenoble – Francia)
- SIEMENS, Transformador de Potencia, 115/34,5 kV (Sao Paulo – Brasil)
- ALSTOM, Transformadores de corriente, 800 kV (Minas Gerais – Brasil)

Profesor universitario de las cátedras de “Técnicas de Alta Tensión” y “Subestaciones Eléctricas” en UNEXPO – Puerto Ordaz (Venezuela), durante los años 2010 y 2017.

En la actualidad se desempeña como Ingeniero de Aplicaciones en Subestaciones para MEGGER (Centro, Sur America y el Caribe)



**Megger**  
Power on

# Contenido - Parte I: Fundamentos Básicos

- Introducción
- Clasificación de Interruptores
  - Medio de extinción
  - Mecanismo de operación
  - Construcción
  - Diseño
- Componentes de Interruptores
- Pruebas a Interruptores
- Normas Internacionales
  - IEC
  - IEEE



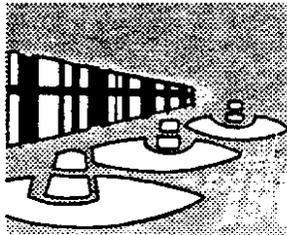


# Introducción

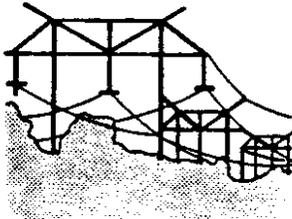
**Megger**<sup>®</sup>  
Power on

# Introducción

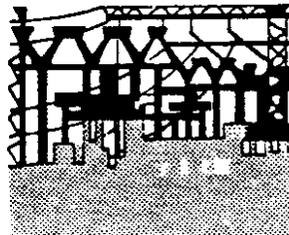
Generación



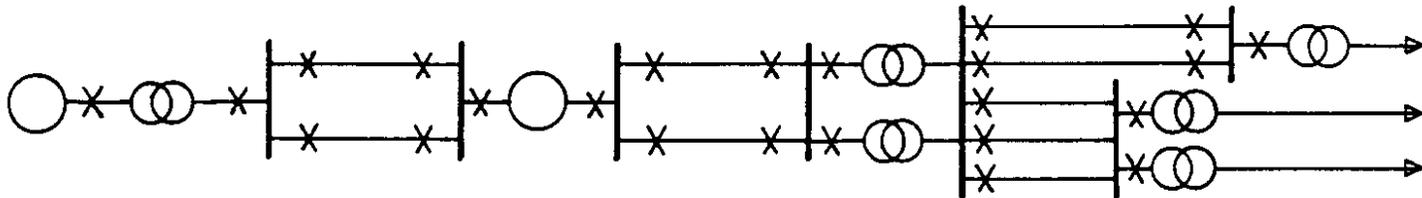
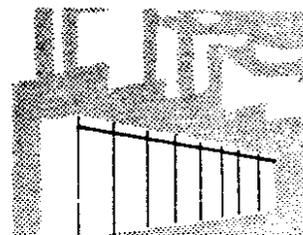
Transmisión



Distribución



Consumo



## Introducción

### ¿ Qué es un interruptor? (IEC 60050-441)

- Dispositivo de operación mecánica capaz de **soportar** e **interrumpir corrientes** bajo condiciones de circuito **normal** y también soportar sobrecorrientes (durante un tiempo específico), bajo condiciones de circuito **anormales especificadas**, como es el caso de los cortocircuitos.



# Introducción

- BT (< 1 kV, Industria, Residencial)
  - Aire Atmosférico
- MT (1 - 52 kV, Distribución, Industria Pesada)
  - Vacío (mayoría)
  - SF6
  - Aire (Soplado Magnético, Aire Comprimido)
  - Aceite
- AT (>52 kV, Transmision)
  - SF6
  - Aceite, Aire Comprimido





# Clasificación de Interruptores

**Megger**<sup>®</sup>  
Power on



# Clasificación de interruptores

## Medio de extinción

- Aire comprimido
- SF6
- Aceite
- Vacío

## Construcción

- Tanque vivo
- Tanque muerto

## Mecanismo de operación

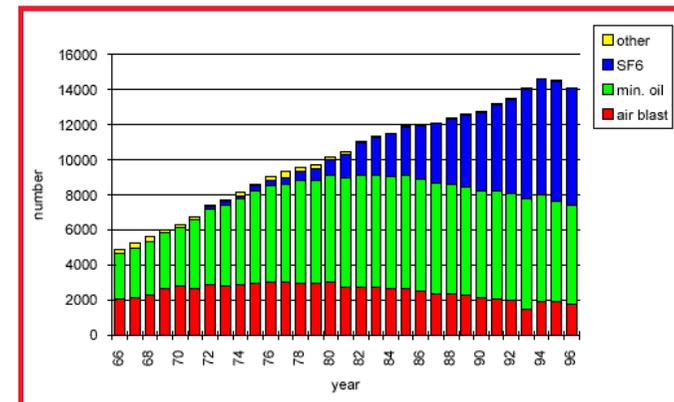
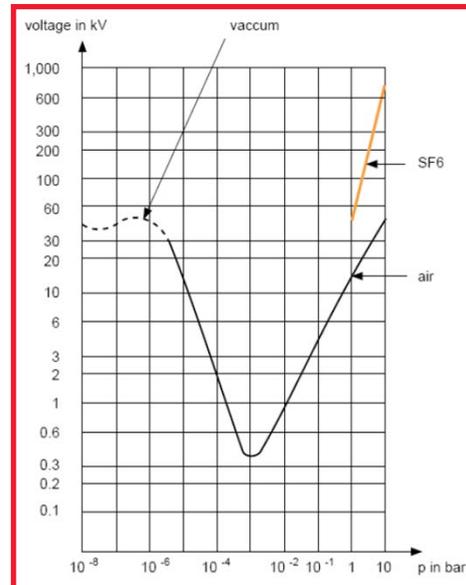
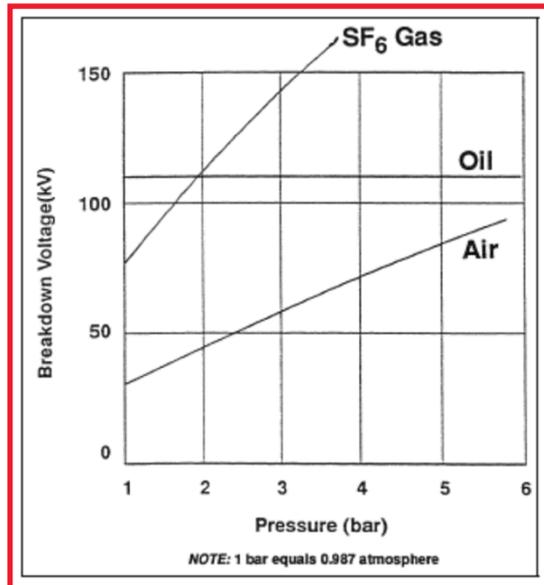
- Resorte
- Hidráulico
- Aire comprimido
- Motor

## Tecnología

- AIS
- GIS
- GCB

# Clasificación de interruptores

## Medio de extinción



# Clasificación de interruptores

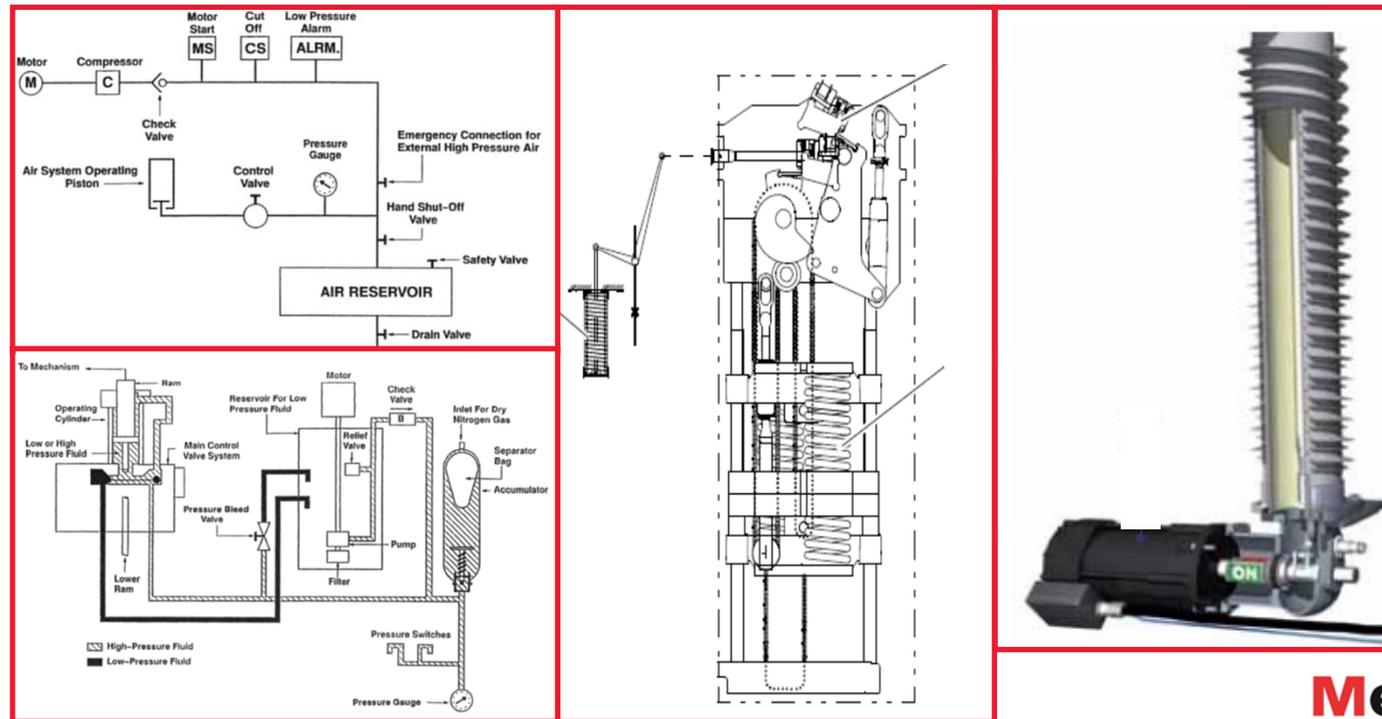
## Medio de extinción (Vacío)

- Comúnmente utilizados en distribución (15 kV)
- Tensiones de hasta 72 kV (92 en Asia)
- Amigables con el ambiente
- Los contactos se separan entre 12-17 mm
- Tecnología en uso desde los años 60s



# Clasificación de interruptores

## Mecanismo de operación



# Clasificación de interruptores

## Construcción

### Tanque Vivo



Tanque del interruptor presenta la tensión de línea

### Tanque Muerto



Tanque del interruptor aterrizado

# Clasificación de interruptores

## Tecnología

**AIS**  
(Air Insulated Swichtgear)



**GIS**  
(Gas Insulated Swichtgear)



**GCB**  
(Generator Circuit-Breaker)



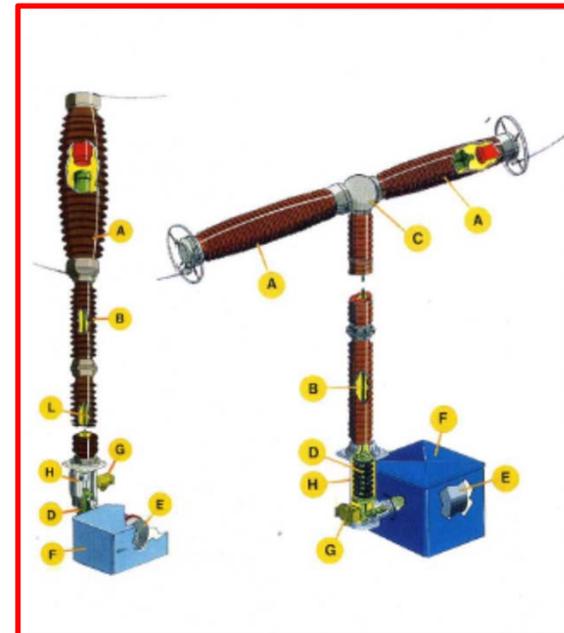


# Componentes de Interruptores



## Componentes de interruptores

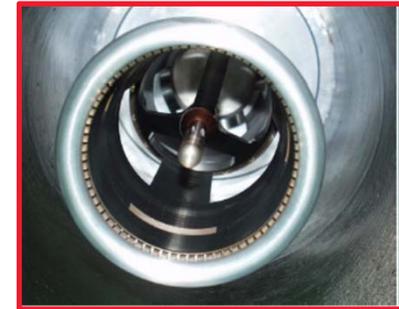
- Cámara de Interrupción
- Mecanismo de operación
- Gabinete de control
- Condensadores
  - Condensadores equipotenciales
  - Condensadores en paralelo
- Resistores
  - Pre-inserción
  - Post-inserción



# Componentes de interruptores

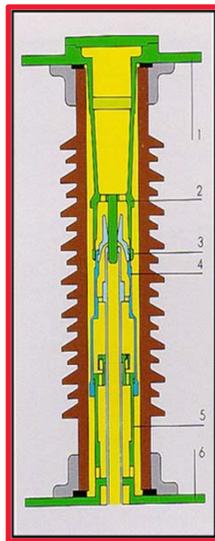
## Cámara de interrupción

- Encargada de extinguir el arco
- Generalmente compuesta por un contacto fijo y uno móvil
- En interruptores de vacío, el mismo contacto cumple las funciones de conductor y contacto de arco
- Interruptores SF<sub>6</sub> utilizan contacto principal y contacto de arco

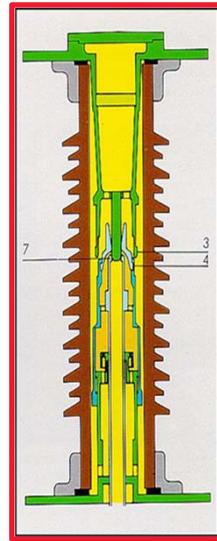


# Componentes de interruptores

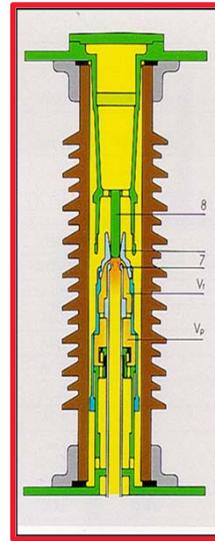
## Cámara de interrupción



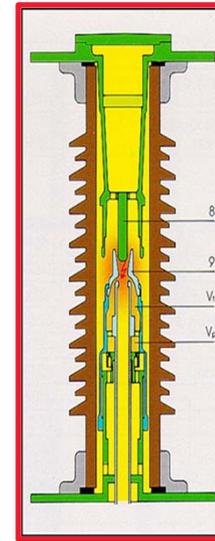
Cerrado



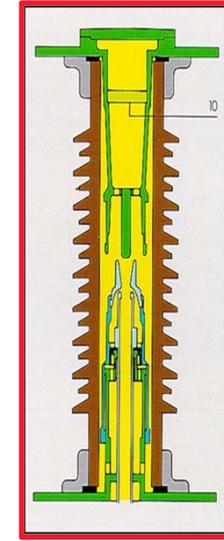
Separación  
contactos  
principales



Separación  
contactos  
de arco



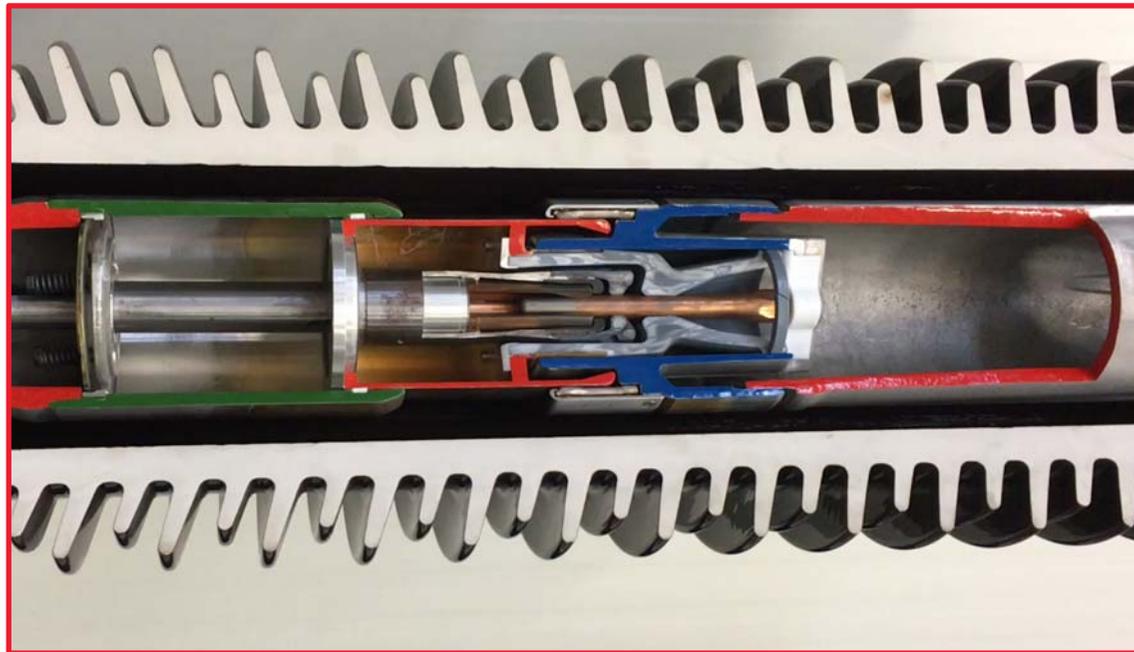
Interrupción  
del arco



Abierto

# Componentes de interruptores

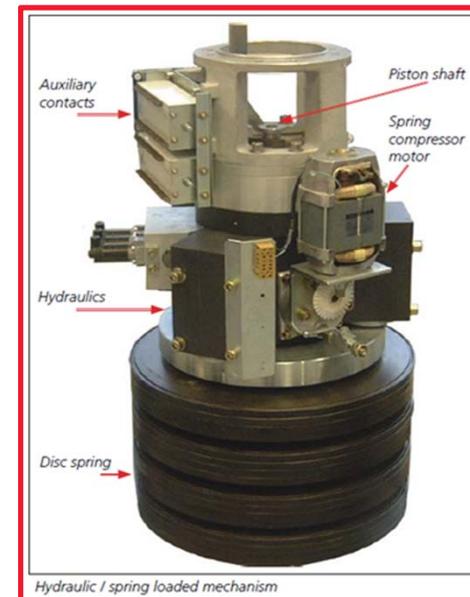
## Cámara de interrupción



# Componentes de interruptores

## Mecanismo de operación

- Genera y almacena energía necesaria para operar el interruptor
- Requiere estar listo para abrir interruptor cuando sea necesario
- Indicador de posición
- Contador de operaciones
- Indicador de carga
- Amortiguador



# Componentes de interruptores

## Mecanismo de operación

- Operación conjunta (Gang Operated)
  - Un mecanismo para las tres fases
  - Generalmente utilizado en 245 kV y menores
  - No puede abrir o cerrar una sola fase (falla monofásica)



# Componentes de interruptores

## Mecanismo de operación

- Operación de polo independiente (IPO)
  - Un mecanismo de operación por fase
  - Generalmente utilizado a partir de 245 kV
  - Puede abrir o cerrar una sola fase (falla monofásica)



# Componentes de interruptores

## Gabinete de control

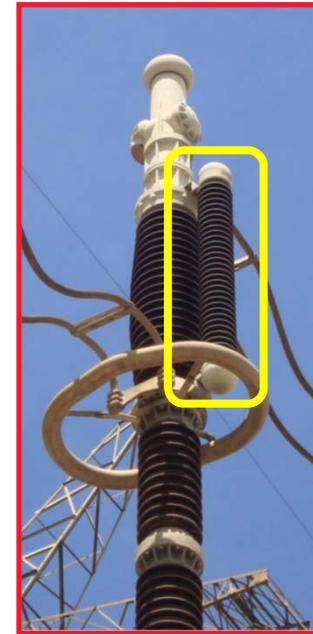
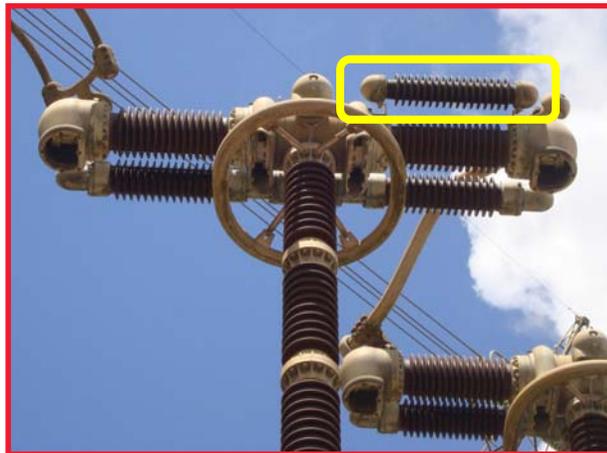
- Recibe las señales de cierre y apertura de los dispositivos externos
- Incorporan elementos como bobinas, contactos auxiliares, etc.
- Incluye el motor para cargar el mecanismo de operación
- Notifica situaciones anormales (gas insuficiente, fallas en el resorte)



# Componentes de interruptores

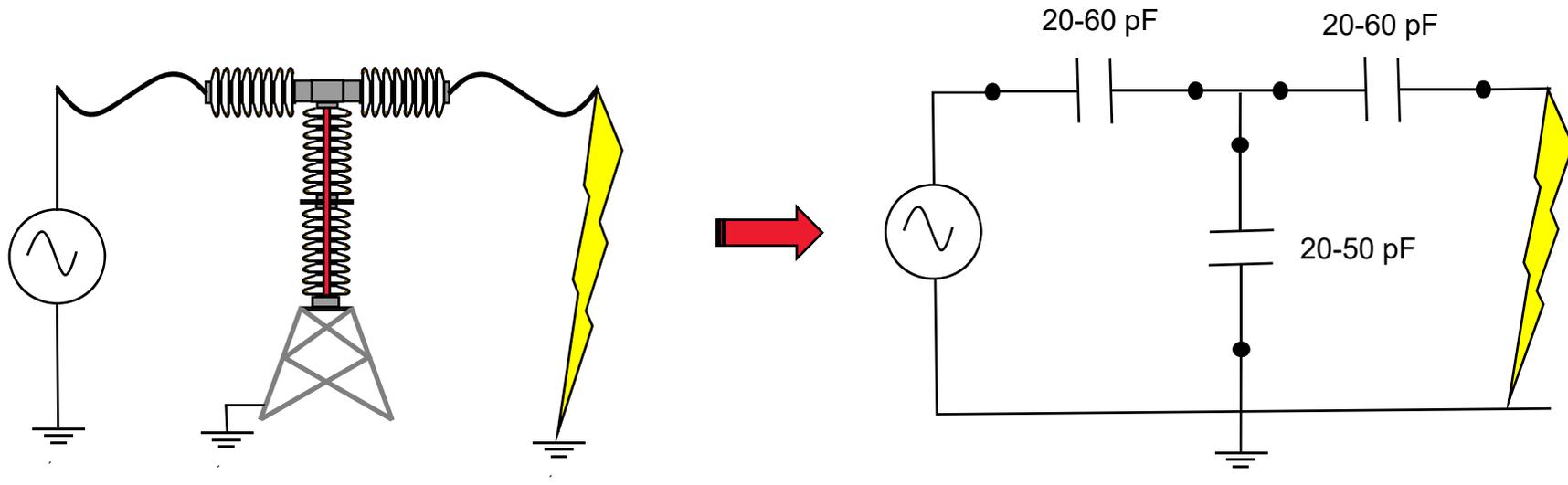
## Condensadores equipotenciales

- Ayudan a obtener una distribución uniforme de las tensiones que se presentan en los contactos abiertos cuando se utilizan varias interrupciones por fase.



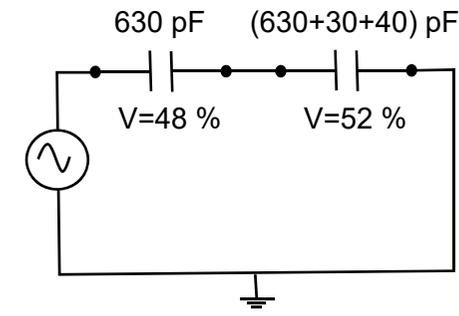
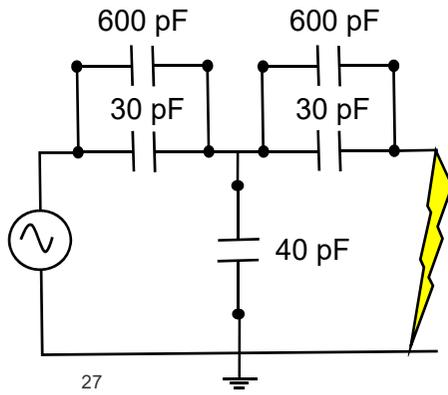
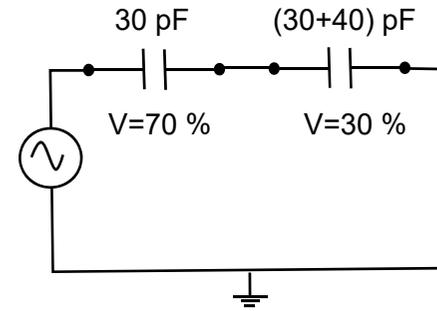
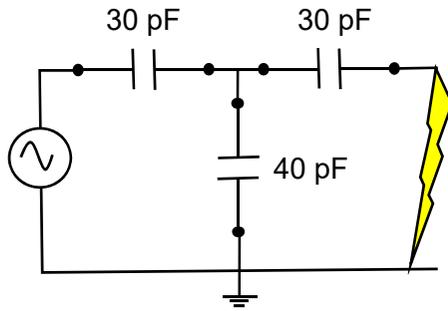
# Componentes de interruptores

## Condensadores equipotenciales



# Componentes de interruptores

## Condensadores equipotenciales



# Componentes de interruptores

## Condensadores en paralelo

- Incrementan la capacidad de cortocircuito de los interruptores. Son utilizados principalmente en interruptores de tanque muerto.



# Componentes de interruptores

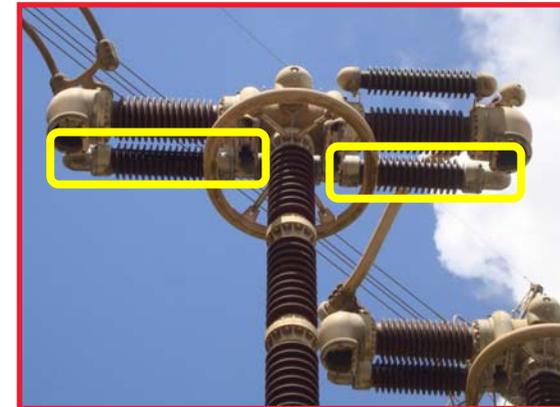
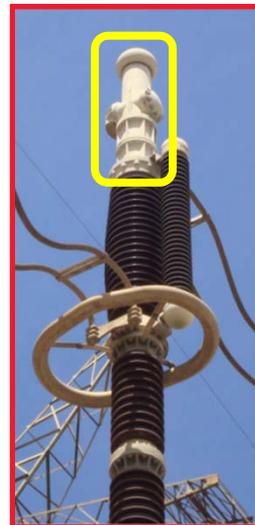
## Resistores

### ■ Pre-Inserción

- Limita los transitorios cuando se conecta la línea sin carga
- Una alternativa más económica que la conmutación síncrona

### ■ Post-Inserción

- Limita las tensiones en las operaciones de apertura
- Uso discontinuado (aire comprimido)



## Componentes de interruptores

### Resistores

- Su principal función es limitar las sobretensiones en la red eléctrica, durante las operaciones de conmutación.
- Los bloques de resistencia deben cerrar el circuito entre 8-12 ms, antes de los contactos de arco.





# Normas Internacionales



## Normas internacionales

### ¿Que son las normas internacionales?

- Documentos normativos creados conforme a procedimientos consensuales. La palabra “consensual” es importante, ya que significa que la norma internacional representa un punto de vista común de las partes implicadas (fabricantes, consumidores e investigadores).





# Normas internacionales

## Importancia de las normas internacionales

- Facilitan el comercio mundial y la transferencia de tecnología
- Garantizan la calidad de bienes y servicios
- Contribuyen a la seguridad y protección del medio ambiente
- Garantizan interoperatividad de equipos y sistemas
- Reflejan la mayor experiencia de los representantes de la industria, investigadores y consumidores
- Permite que los competidores compartan sus necesidades en un ambiente neutral

## Normas internacionales

### ■ IEC 62271

- -1 Common specifications for HV swichtgear
- -100 High voltage alternating current circuit-breakers
- -101 Sinthetic testing
- -108 High voltage alternating current disconnecting circuit-breakers for rated voltages of 72,5 kV and above
- -110 Inductive load switching
- -200 AC metal enclosed swichtgear and controlgear for rated voltages above 1 kV and up to and including 52 kV

### ■ IEEE C37

- .100.1 Common requirements for power swichtgear
- .04 Ratings and requirements for AC HV circuit-breakers
- .06 Preferred ratings
- .09 Test procedure
- .010 Application guide for AC HV circuit-breakers
- 011. Guide for the application of transient recovery voltage for AC HV circuit-breakers

# Normas internacionales

Description	IEC	C37
Maximum interrupting time	Not required	50 and 83 ms
Short time duration	1 second	2 seconds
Operating duty (basic)	0-3m-CO-3m-CO	0-15s-CO-3m-CO
Electrical endurance	Short circuit only	800% of $I_t$
Normally touched parts	70°C	50°C
Abnormally touched parts	80°C	70°C
Copper contacts	80°C	75°C
Bare-copper connections	90°C	70°C
Silver connections	115°C	105°C
Silver to bare copper	115°C	70°C
PFVV/rated voltage ①	2.3	3.0
LIWV/rated voltage ①	4.4	7.9
Continuous current ratings	R10 series	Three listed ratings
Voltages specifically listed	World	North America
Single-phase asymmetrical test	Not required	Required
Cable capacitance switching	Not required	Required
Number of capacitor switch ratings	1	5
Load switching	Not required	Required
Double earth fault	Option	Not addressed
RRRV on outdoor breakers	Same as indoor	50% higher
Mechanical endurance	2000	1500 to 10,000

① PFVV and LIWV is the average of all ratings from 3.3 to 38 kV.

Description	IEC 62271-100	IEEE C37
Circuit time constant for asymmetry (%DC)	45 ms; options 50, 75, 120 ms	45 ms ②
Outdoor breakers TRV	Same as indoor	More severe
Peak value	$U_c = 1.715 \times U_r$	$U_c = 1.15 \times U_r$
RRRV—Class S1	Harmonized	Harmonized
RRRV—Class S2	—	Time to peak ~ 50% faster
Max. interrupting time	No limit ③	50 ms and 83 ms
Single-phase short circuit	0 is optional	0 and 0
Single-phase asymmetrical	Not required	0 and 0
Double-line-to-earth fault breaking current test	$0.87 \times I_{sc}$ @ $U_r$ is optional	Not required
Short-circuit endurance tests	Optional E2	800% x $I_t$ asymmetrical
Load current breaking		
3% to 7% of $I_r$	Not mandatory	(3) C-0
95% to 100% of $I_r$	Not mandatory	(3) C-0
Out-of-phase switching	Not mandatory	Not mandatory

① Table is for breakers less than 40 kV.  
 ② Generator breakers have different parameters.  
 ③ Interrupting time to be measured and reported.



# Pruebas a Interruptores



# Pruebas a interruptores

## DESEMPEÑO

Verificar que el prototipo interrumpa las corrientes, para lo cual el fabricante lo diseñó.

## TIPO

Verificar que el interruptor sea capaz de manejar los esfuerzos a los cuales estará expuesto. Al mismo tiempo ésta prueba es una verificación oficial de los rangos nominales del equipo.

## RUTINA

Indagar sobre posibles fallas en los materiales ó en la construcción del equipo. A diferencia de las pruebas tipo, se aplican a cada interruptor fabricado.

## ACEPTACIÓN

Verificar que el interruptor no haya sufrido daños durante su transporte, además permiten determinar la condición real de éstos equipos antes de que entren en servicio, para establecer un punto de referencia (en sitio).

## MANTENIMIENTO

Monitorear cada cierto tiempo el estado de los equipos. Estos ensayos permiten evaluar la condición de los mismos y detectar posibles fallas incipientes (desviaciones) que puedan afectar el correcto funcionamiento de los mismos.

# Pruebas a interruptores

## IEC (62271-100)

### ■ Pruebas Tipo

- Pruebas dieléctricas en circuitos principales
- Ambientales
- Resistencia de contactos
- Incremento de temperatura
- Tiempos de operación
- Pruebas de corrientes de cierre y apertura
- Hermeticidad
- Mecánicas
- Pruebas de tensión mínima en las bobinas

### ■ Pruebas de Rutina

- Inspección visual
- Prueba de potencial aplicado al circuito de control
- Prueba al control y circuitos auxiliares
- Resistencia de contactos
- Hermeticidad
- Tiempos de operación

# Pruebas a interruptores

## IEEE (C37.09)

### ■ Pruebas de Diseño

- Máximo voltaje
- Prueba a frecuencia del sistema
- Corriente sostenida
- Pruebas dieléctricas
- Ciclo de operación
- Tiempos de interrupción
- Tensión de restablecimiento transitorio
- Interrupción de corriente de corto circuito
- Corriente de carga
- Resistencia mecánica

### ■ Pruebas de Producción

- Revisión de placa de datos
- Pruebas a las boquillas
- Pruebas al compartimiento de gas
- Pruebas de presión
- Prueba de hermeticidad
- Revisión de control y cableado
- Operación mecánica
- Tiempos de operación
- Resistencia de contactos
- Potencial aplicado al interruptor
- Conductividad de corriente

## Contenido - Parte II: Tiempos de Operación

- Conceptos Básicos
- Tiempos (IEC 62271-100)
- Criterios de Simultaneidad
  - 1 Cámara/Fase
  - 8 Cámaras/Fase
- Diagramas de conexión
  - Gran volumen de aceite
  - Tanque muerto (Gang-1Cam/Fase)
  - Tanque muerto (IPO-1Cam/Fase)
  - Tanque vivo (IPO-1Cam/Fase)
  - Tanque vivo (IPO-2Cam/Fase)





# Conceptos Básicos



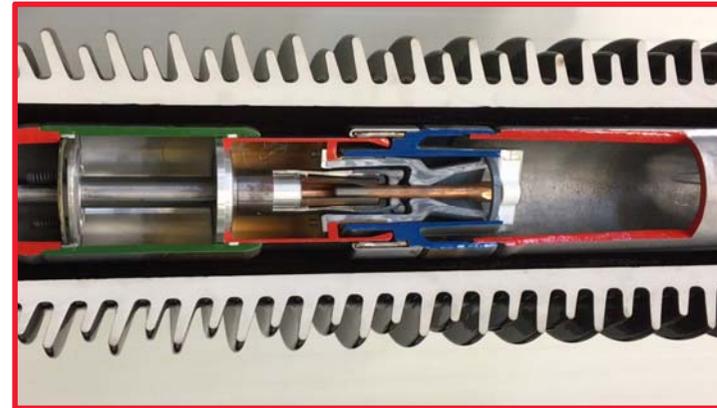
## Conceptos Básicos

### ■ Prueba de tiempos de operación

Es la medición del tiempo que le lleva a la operación mecánica verificar su integridad y que está funcionando de manera correcta.

### ■ Contactos principales

Son los encargados de establecer o de interrumpir el flujo de la corriente en los circuitos de energía. Estos incluyen un contacto fijo y uno móvil.





# Conceptos Básicos

## ■ Contactos auxiliares

Se usan principalmente para indicar la posición de los interruptores y para bloquear eléctricamente entre las operaciones básicas.

## ■ Contactos tipo “a”

Tienen el mismo estado de los contactos principales. Se cierra cuando los contactos principales se cierran, y viceversa.

## ■ Contactos tipo “b”

Tienen el estado opuesto del contacto principal. Se cierra cuando el contacto principal se abre, y viceversa.



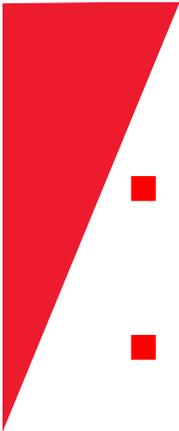
## Tiempos (IEC 62271-100)

**Megger**<sup>®</sup>  
Power on



## Tiempos (IEC 62271-100)

- **3.7.133 Tiempo de apertura**
- 3.7.134 Tiempo de arco
- 3.7.135 Tiempo de corte
- **3.7.136 Tiempo de cierre**
- 3.7.137 Tiempo de establecimiento
- 3.7.138 Tiempo de pre-arco
- **3.7.139 Tiempo de apertura-cierre (reenganche automático)**
- 3.7.140 Tiempo de corte establecimiento
- 3.7.141 Tiempo de reenganche
- 3.7.142 Tiempo de restablecimiento
- **3.7.143 Tiempo de cierre-apertura (cortocircuito)**
- 3.7.144 Tiempo de establecimiento-corte
- **3.7.145 Tiempo de pre-inserción**

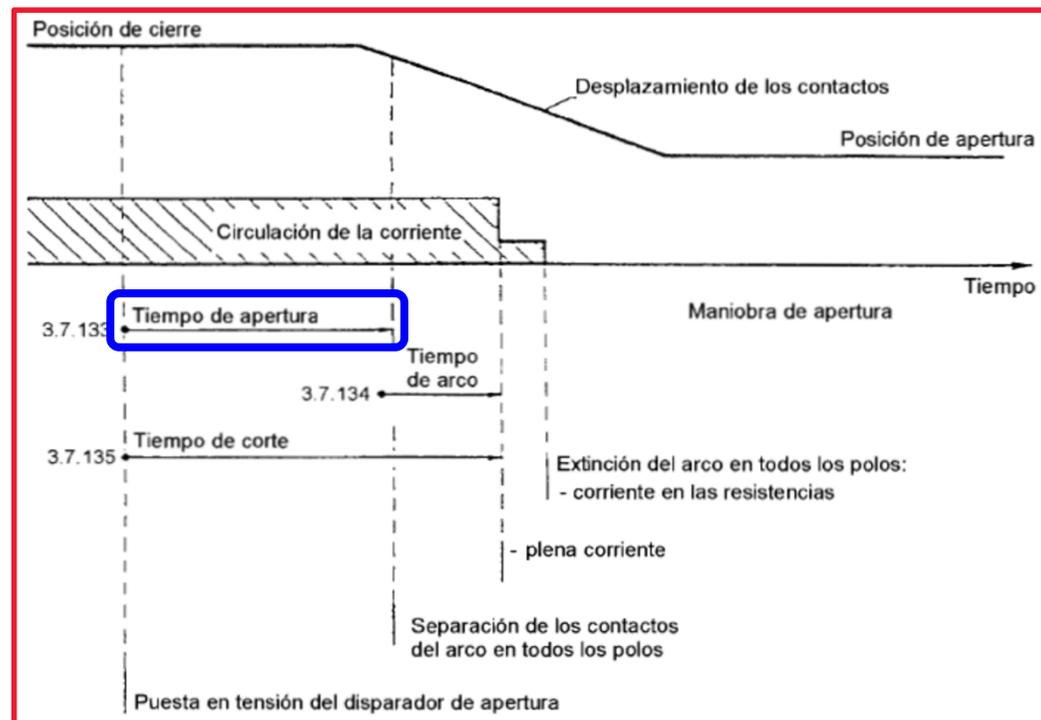


## Tiempos (IEC 62271-100)

- **3.7.133 Tiempo de apertura:** Intervalo entre que se excita el circuito de disparo (bobina de apertura) en un interruptor que se encuentra en posición cerrado y el instante cuando los contactos se han separado en todos los polos.
- **3.7.136 Tiempo de cierre:** Intervalo entre que se excita el circuito de cierre (bobina de cierre) en un interruptor que se encuentra en posición abierto y el instante cuando los contactos se tocan en todos los polos.
- **3.7.139 Tiempo de apertura-cierre (reenganche automático):** Intervalo entre el instante de separación de los contactos en todos los polos y el instante cuando los contactos se tocan en el primer polo en la siguiente operación de cierre.
- **3.7.143 Tiempo de cierre-apertura (cortocircuito):** Intervalo entre el instante de contacto del primer polo durante una operación de cierre y el instante cuando los contactos se han separado en todos los polos, en la siguiente operación de apertura.
- **3.7.145 Tiempo de pre-inserción:** Intervalo de tiempo durante una operación de cierre en cualquier polo, entre el instante que se tocan los contactos del elemento resistor y el instante que se tocan los contactos en la cámara de interrupción de ese polo.

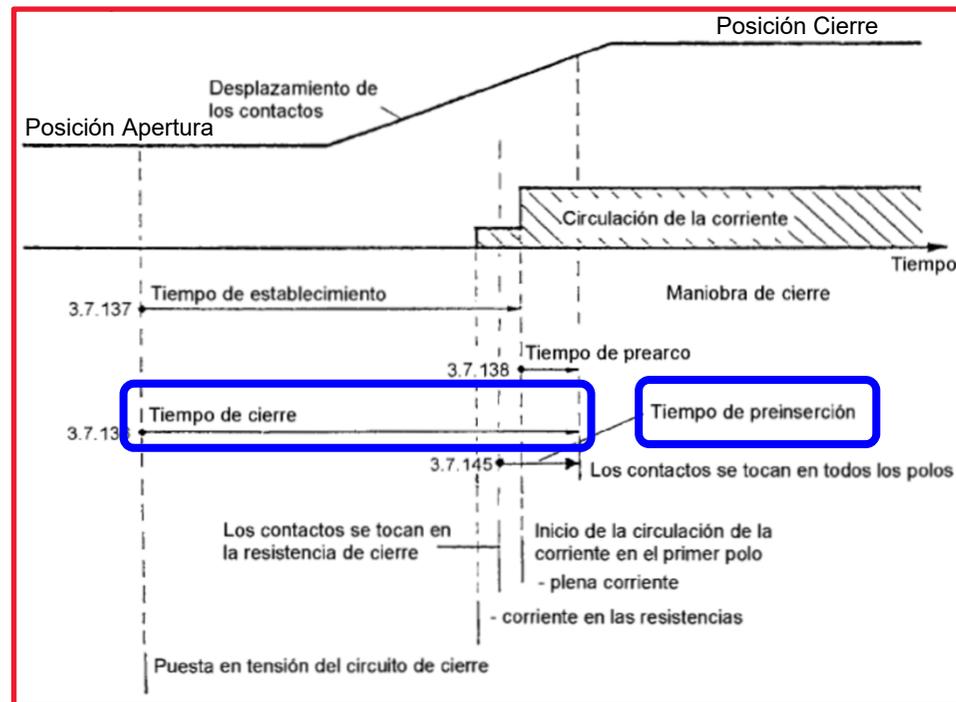
# Tiempos (IEC 62271-100)

## ■ Tiempo de apertura



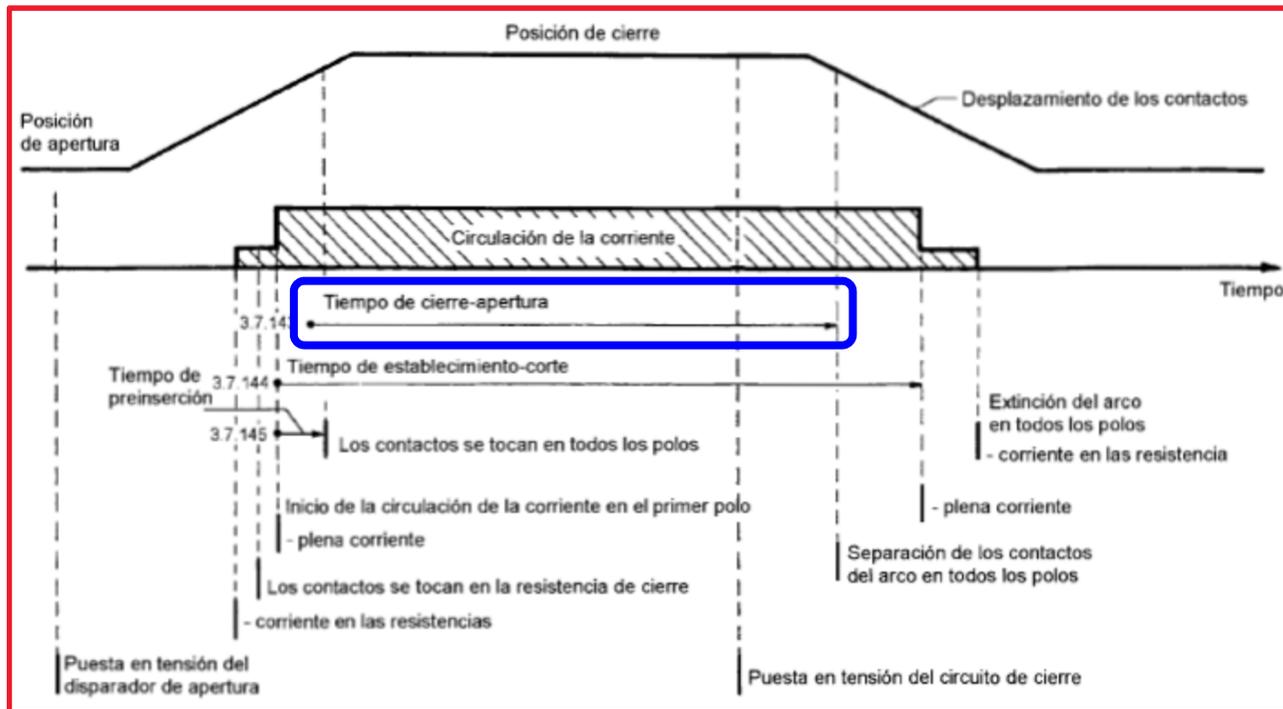
# Tiempos (IEC 62271-100)

## ■ Tiempo de cierre



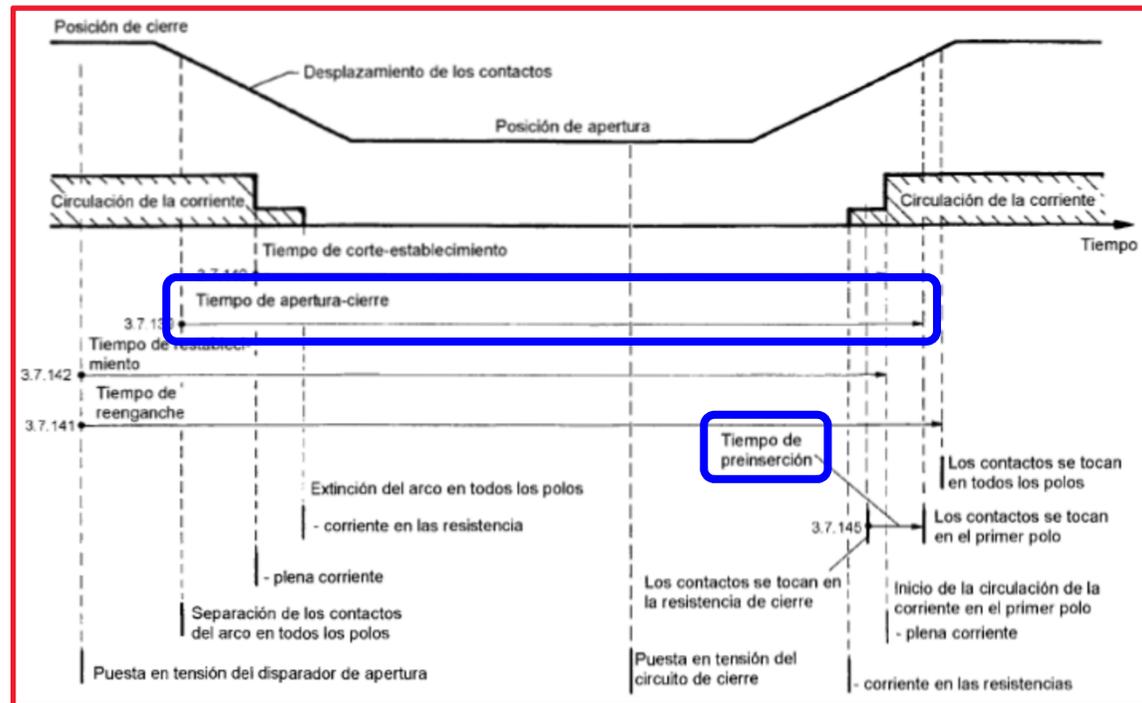
# Tiempos (IEC 62271-100)

## ■ Tiempo de cierre-apertura (cortocircuito)



# Tiempos (IEC 62271-100)

## ■ Tiempo de apertura-cierre (recierre)





## Criterios de Simultaneidad



# Criterios de Simultaneidad

## Contactos principales

### ■ Apertura

- $< 1/6$  ciclo entre fases (IEC - IEEE)
- $< 1/8$  ciclo entre cámaras de la misma fase (IEC)

### ■ Cierre

- $< 1/4$  ciclo entre fases (IEC - IEEE)
- $< 1/6$  ciclo entre cámaras de la misma fase (IEC)

## Resistores

### ■ Cierre

- $< 1/2$  ciclo entre fases (IEC)
- $< 1/3$  ciclo entre cámaras de la misma fase (IEC)

1/8 ciclo a 60 Hz = 2,1 ms

1/6 ciclo a 60 Hz = 2,8 ms

1/4 ciclo a 60 Hz = 4,2 ms

1/3 ciclo a 60 Hz = 5,6 ms

1/2 ciclo a 60 Hz = 8,3 ms

# Criterios de Simultaneidad

## ■ Interruptor de 1 cámara de interrupción/fase



SIEMENS	
Tipo 3AP1FG	Año de fabricación / Número de serie 17/35146006
Contrato N° 500012118 - Orden de Entrega N° 6400614453	
Contiene gases invernadero fluorados SF <sub>6</sub> (GWP 22.800)	
Tensión nominal U <sub>n</sub>	145 kV
Tensión soportada al impulso tipo rayo U <sub>sp</sub>	650 kV
Frecuencia nominal f <sub>n</sub>	60 Hz
Corriente nominal de servicio I <sub>n</sub>	2000 A
Corriente nominal de ruptura en cortocircuito I <sub>cc</sub>	40 kA
Duración nominal del cortocircuito t <sub>c</sub>	1 s
Componente de corriente continua de la corriente nominal de ruptura	48 %
Factor de primer polo k <sub>wp</sub>	1,5
Corriente nominal de ruptura de línea I <sub>l</sub>	50 A
Corriente nominal de ruptura per cable I <sub>c</sub>	160 A
Secuencia nominal de maniobra	A-0.3s-CA-1min-CA
Capacidad nominal de interrupción en discordancia de polos	10 kA
Presión nominal relativa de SF <sub>6</sub> a +20°C	6,0 bar
Masa de la carga de SF <sub>6</sub> m	7,3 kg
Masa CO <sub>2</sub> e m <sub>i</sub>	167 t
Masa M	1330 kg
Clase de temperatura	-25... +40°C
Tensiones de servicios auxiliares:	
Tensión de mando y motor	125 VDC
Tensión de calefacción	120 VAC
IEC 62271 - 100 - 2012	
427 28005 553	

### MANUAL DE FABRICANTE

Cierre	59 ms ± 6
Apertura	29 ms ± 3
C-O	30 ms ± 10
T Corte	≤ 50 ms

## Criterios de Simultaneidad

- Interruptor de 1 cámara de interrupción/fase

Operación/Fase	A	B	C	Discrepancia
Cierre (ms)	58,8	59,1	58,9	0,3
Apertura (ms)	29,5	29,7	29,7	0,2
C-O (ms)	30,5	29,2	29	-

# Crterios de Simultaneidad

- Interruptor de 1 cámara de interrupción/fase

Operación/Fase	A	B	C	Discrepancia
Cierre (ms)	58,8	59,1	58,9	0,3
Apertura (ms)	29,5	29,7	29,7	0,2
C-O (ms)	30,5	29,2	29	-

# Criterios de Simultaneidad

- Interruptor de 1 cámara de interrupción/fase

Operación/Fase	A	B	C	Discrepancia
Cierre (ms)	58,3	59,1	58,9	0,3
Apertura (ms)	29,5	29,7	29,7	0,2
C-O (ms)	30,5	29,2	29	-

# Crterios de Simultaneidad

## ■ Interruptor de 8 cmaras de interrupcin/fase



**ALSTHOM** appareillage haute tension  
**ATLANTIQUE DELLE-ALSTHOM**  
 69-VILLEURBANNE-FRANCE

**DISYUNTOR DE AIRE COMPRIMIDO**

Tipo **PK 8A**

Nº DE SERIE 44970/001 Nº DE ORDEN A 11602-1  
 Nº DE CONTRATO 369 AÑO DE FABRICACION 1982  
 FRECUENCIA NOMINAL 60 Hz

CAPACIDAD DE CORRIENTE NOMINAL 3000 A ef.  
 TENSION MAXIMA DE SERVICIO 800 KV ef.  
 RELACION ENTRE TENSIONES MAXIMAS Y MINIMAS PARA PODER DE CORTE

TENSION DE RESISTENCIA AL CHOQUE DE RAYOS:  
 CERRADO 200 KV pico ABIERTO 200 + 457 KV pico  
 TENSION DE RESISTENCIA AL CHOQUE DE MANIOBRA  
 CERRADO 125 KV pico ABIERTO 100 + 652 KV pico

RESISTENCIA DE CIERRE (OHMIOS POR POLO) \_\_\_\_\_ mS  
 TIEMPO DE INSERCIÓN (MINIMO/HECHO) \_\_\_\_\_ mS  
 CAPACIDAD DE INTERRUPCION NOMINAL 40 KA ef.  
 TIEMPO MAXIMO DE INTERRUPCION 20 mS  
 PRESION NORMAL DE FUNCIONAMIENTO 25 bar  
 PRESION MINIMA DE FUNCIONAMIENTO 26.3 bar  
 PESO DE UN POLO SIN ESTRUCTURA DE SOPORTE 7100 kg  
 RESERVA DE INSTRUCCIONES: N° K94201  
 LISTA DE PARTES: N° EN 1220

CAPACIDAD DE INTERRUPCION DE LINEAS EN VACIO:  
 CORRIENTE 350 A ef en  
 TENSION DE RECUPERACION MAXIMA 1250 KV pico  
 TIEMPO A LA TENSION MAXIMA 5 mS  
 CAPACIDAD DE INTERRUPCION TIERRA DE FASE 10 KA ef

MADE IN FRANCE

### MANUAL DE FABRICANTE

Cierre	30 - 37 ms
Apertura	20 - 23 ms
C-O	28 - 32 ms
PIR	8 - 10 ms
T Corte	40 ms

# Criterios de Simultaneidad

## ■ Interruptor de 8 cámaras de interrupción/fase

Fases	A								B								C							
Cámara	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Cierre (ms)</b>	36,6	36,6	35,9	36,2	36,4	36,8	36,2	36,6	36,2	36,2	36,4	36,8	37,0	36,2	37,0	36,2	36,1	35,9	36,2	36,9	36,4	36,6	36,6	36,4
<b>Apertura (ms)</b>	22,8	23,0	22,6	23,0	22,8	22,8	22,9	22,8	22,4	22,5	22,4	22,4	22,6	22,6	22,4	22,8	22,4	23,0	22,6	22,6	22,7	22,4	22,7	22,5
<b>C-O (ms)</b>	29,4	28,8	29,5	29,5	28,2	29,1	31,2	28,9	30,6	30,9	30,3	30,9	30,6	29,2	30,6	29,2	28,1	28,3	28,3	28,4	28,1	28,3	28,9	29,1
<b>PIR (ms)</b>	27,4	27,6	27,6	27,0	27,6	27,6	27,4	27,3	27,9	27,8	27,8	28,0	27,4	27,2	27,6	27,4	27,8	27,8	27,8	27,4	27,8	27,6	27,0	27,2
	9,2	9,0	8,3	9,2	8,8	9,2	8,8	9,3	8,3	8,4	8,6	8,8	9,6	9,0	9,4	8,8	8,3	8,1	8,4	9,5	8,6	9,0	9,6	9,2
<b>Cierre (ms) Misma Fase</b>	0,9								0,8								1,0							
<b>Apertura (ms) Misma Fase</b>	0,4								0,4								0,6							
<b>Cierre (ms) Entre Fases</b>	0,2																							
<b>Apertura (ms) Entre Fases</b>	0,2																							

# Criterios de Simultaneidad

## ■ Interruptor de 8 cámaras de interrupción/fase

Fases	A								B								C							
Cámara	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
Cierre (ms)	36,6	36,6	35,9	36,2	36,4	36,8	36,2	36,6	36,2	36,2	36,4	36,8	37,0	36,2	37,0	36,2	36,1	35,9	36,2	36,9	36,4	36,6	36,6	36,4
Apertura (ms)	22,8	23,0	22,6	23,0	22,8	22,8	22,9	22,8	22,4	22,5	22,4	22,4	22,6	22,6	22,4	22,8	22,4	23,0	22,6	22,6	22,7	22,4	22,7	22,5
C-O (ms)	29,4	28,8	29,5	29,5	28,2	29,1	31,2	28,9	30,6	30,9	30,3	30,9	30,6	29,2	30,6	29,2	28,1	28,3	28,3	28,4	28,1	28,3	28,9	29,1
PIR (ms)	27,4	27,6	27,6	27,0	27,6	27,6	27,4	27,3	27,9	27,8	27,8	28,0	27,4	27,2	27,6	27,4	27,8	27,8	27,8	27,4	27,8	27,6	27,0	27,2
	9,2	9,0	8,3	9,2	8,3	9,2	8,8	9,3	8,3	8,4	8,6	8,8	9,6	9,0	9,4	8,8	8,3	8,1	8,4	9,5	8,6	9,0	9,6	9,2
Cierre (ms) Misma Fase	0,9								0,8								1,0							
Apertura (ms) Misma Fase	0,4								0,4								0,6							
Cierre (ms) Entre Fases	0,2																							
Apertura (ms) Entre Fases	0,2																							

# Criterios de Simultaneidad

## ■ Interruptor de 8 cámaras de interrupción/fase

Fases	A								B								C							
Cámara	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
Cierre (ms)	36,6	36,6	35,9	36,2	36,4	36,8	36,2	36,6	36,2	36,2	36,4	36,8	37,0	36,2	37,0	36,2	36,1	35,9	36,2	36,9	36,4	36,6	36,6	36,4
Apertura (ms)	22,8	23,0	22,6	23,0	22,8	22,8	22,9	22,8	22,4	22,5	22,4	22,4	22,6	22,6	22,4	22,8	22,4	23,0	22,6	22,6	22,7	22,4	22,7	22,5
C-O (ms)	29,4	28,8	29,5	29,5	28,2	29,1	31,2	28,9	30,5	30,9	30,3	30,9	30,6	29,2	30,6	29,2	28,1	28,3	28,3	28,4	28,1	28,3	28,9	29,1
PIR (ms)	27,4	27,6	27,5	27,0	27,6	27,6	27,4	27,3	27,9	27,8	27,8	28,0	27,4	27,2	27,5	27,4	27,8	27,8	27,8	27,4	27,8	27,6	27,0	27,2
	9,2	9,0	8,3	9,2	8,8	9,2	8,8	9,3	8,3	8,4	8,6	8,8	9,6	9,0	9,4	8,8	8,3	8,1	8,4	9,5	8,6	9,0	9,6	9,2
Cierre (ms) Misma Fase	0,9								0,8								1,0							
Apertura (ms) Misma Fase	0,4								0,4								0,6							
Cierre (ms) Entre Fases	0,2																							
Apertura (ms) Entre Fases	0,2																							

# Criterios de Simultaneidad

## ■ Interruptor de 8 cámaras de interrupción/fase

Fases	A								B								C							
Cámara	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
Cierre (ms)	36,6	36,6	35,9	36,2	36,4	36,8	36,2	36,6	36,2	36,2	36,4	36,8	37,0	36,2	37,0	36,2	36,1	35,9	36,2	36,9	36,4	36,6	36,6	36,4
Apertura (ms)	22,8	23,0	22,6	23,0	22,8	22,8	22,9	22,8	22,4	22,5	22,4	22,4	22,6	22,6	22,4	22,8	22,4	23,0	22,6	22,6	22,7	22,4	22,7	22,5
C-O (ms)	29,4	28,8	29,5	29,5	28,2	29,1	31,2	28,9	30,6	30,9	30,3	30,9	30,6	29,2	30,6	29,2	28,1	28,3	28,3	28,4	28,1	28,3	28,9	29,1
PIR (ms)	27,4	27,6	27,6	27,0	27,6	27,6	27,4	27,3	27,9	27,8	27,8	28,0	27,4	27,2	27,6	27,4	27,8	27,8	27,8	27,4	27,8	27,6	27,0	27,2
	9,2	9,0	8,3	9,2	8,8	9,2	8,8	9,3	8,3	8,4	8,6	8,8	9,6	9,0	9,4	8,8	8,3	8,1	8,4	9,5	8,6	9,0	9,6	9,2
Cierre (ms) Misma Fase	0,9								0,8								1,0							
Apertura (ms) Misma Fase	0,4								0,4								0,6							
Cierre (ms) Entre Fases	0,2																							
Apertura (ms) Entre Fases	0,2																							

# Criterios de Simultaneidad

## ■ Interruptor de 8 cámaras de interrupción/fase

Fases	A								B								C							
Cámara	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
Cierre (ms)	36,6	36,6	35,9	36,2	36,4	36,8	36,2	36,6	36,2	36,4	36,8	37,0	36,2	37,0	36,2	36,1	35,9	36,2	36,9	36,4	36,6	36,6	36,4	
Apertura (ms)	22,8	23,0	22,6	23,0	22,8	22,8	22,9	22,8	22,4	22,5	22,4	22,4	22,6	22,6	22,4	22,8	22,4	23,0	22,6	22,6	22,7	22,4	22,7	22,5
C-O (ms)	29,4	28,8	29,5	29,5	28,2	29,1	31,2	28,9	30,6	30,9	30,3	30,9	30,6	29,2	30,6	29,2	28,1	28,3	28,3	28,4	28,1	28,3	28,9	29,1
PIR (ms)	27,4	27,6	27,6	27,0	27,6	27,6	27,4	27,3	27,9	27,8	27,8	28,0	27,4	27,2	27,6	27,4	27,8	27,8	27,8	27,4	27,8	27,6	27,0	27,2
	9,2	9,0	8,3	9,2	8,8	9,2	8,8	9,3	8,3	8,4	8,6	8,8	9,6	9,0	9,4	8,8	8,3	8,1	8,4	9,5	8,6	9,0	9,6	9,2
Cierre (ms) Misma Fase	0,9								0,8								1,0							
Apertura (ms) Misma Fase	0,4								0,4								0,6							
Cierre (ms) Entre Fases	0,2																							
Apertura (ms) Entre Fases	0,2																							

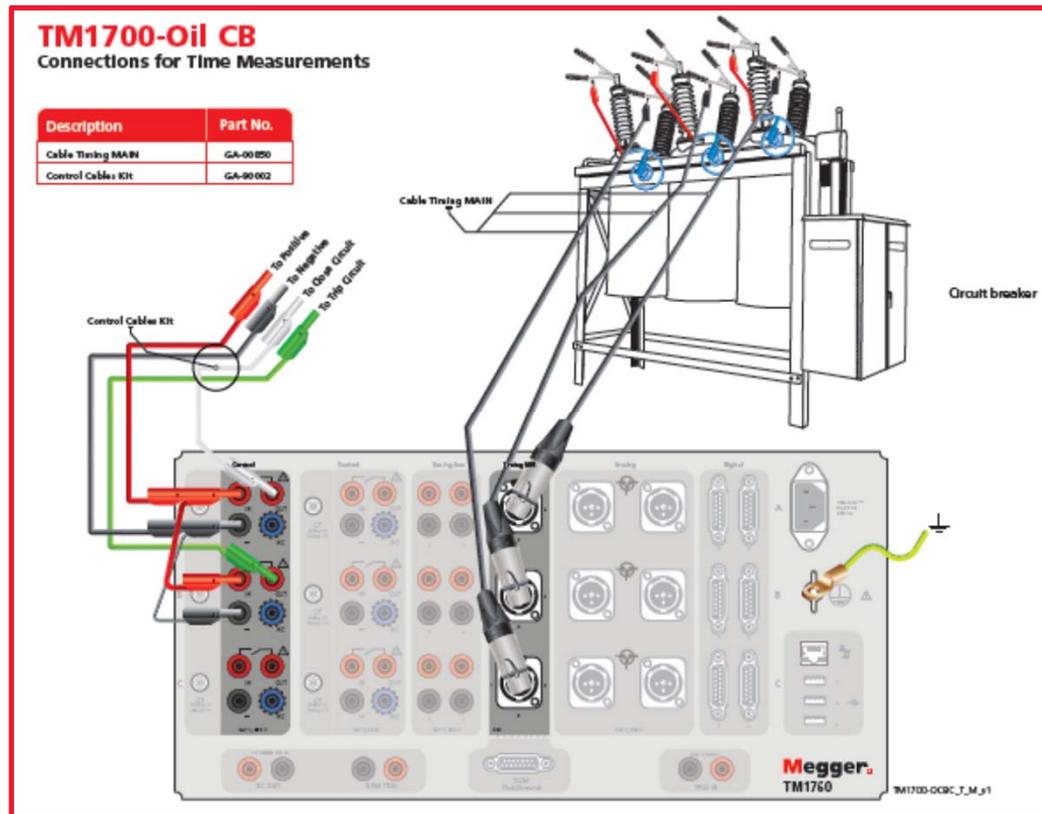


# Diagramas de Conexiones



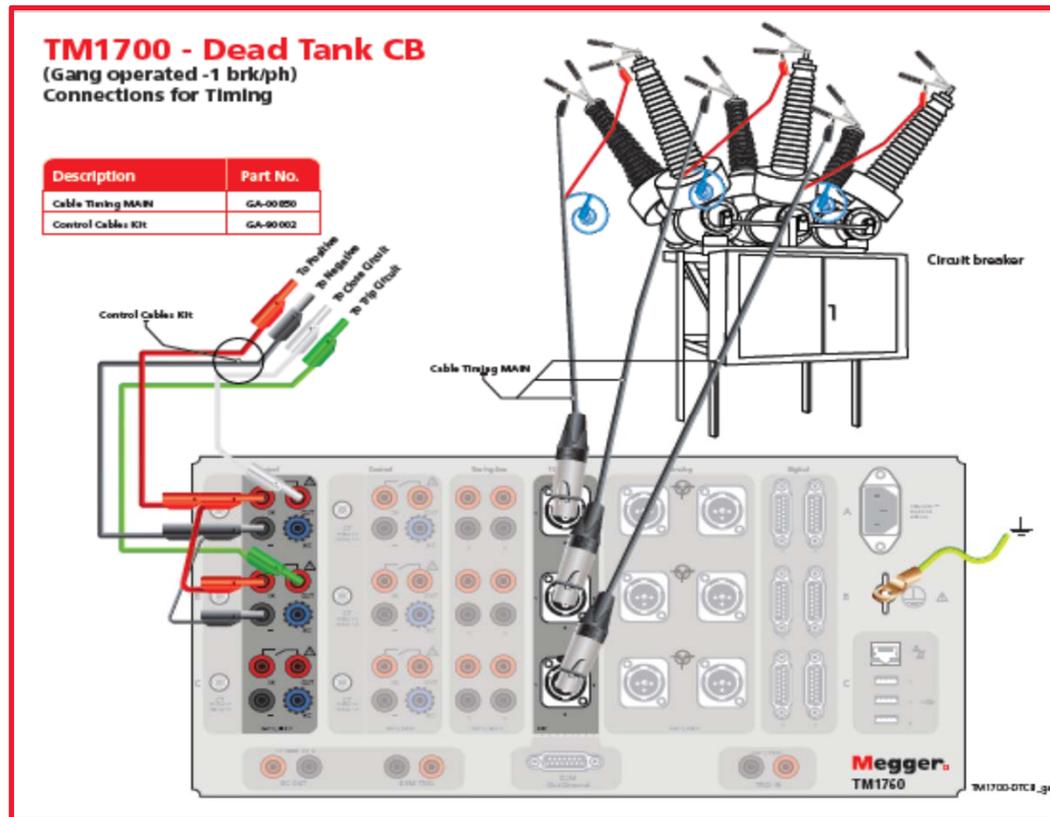
# Diagramas de Conexiones

- Gran volumen de aceite



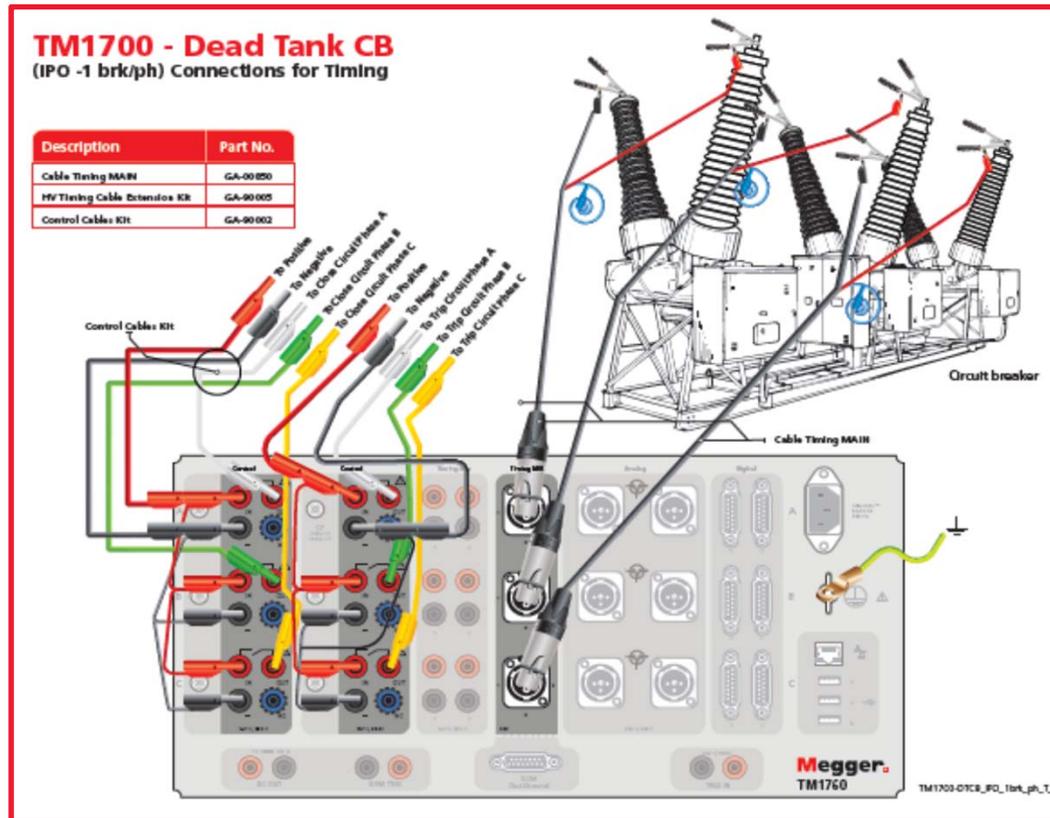
# Diagramas de Conexiones

- Tanque muerto (Gang Operated-1cam/fase)



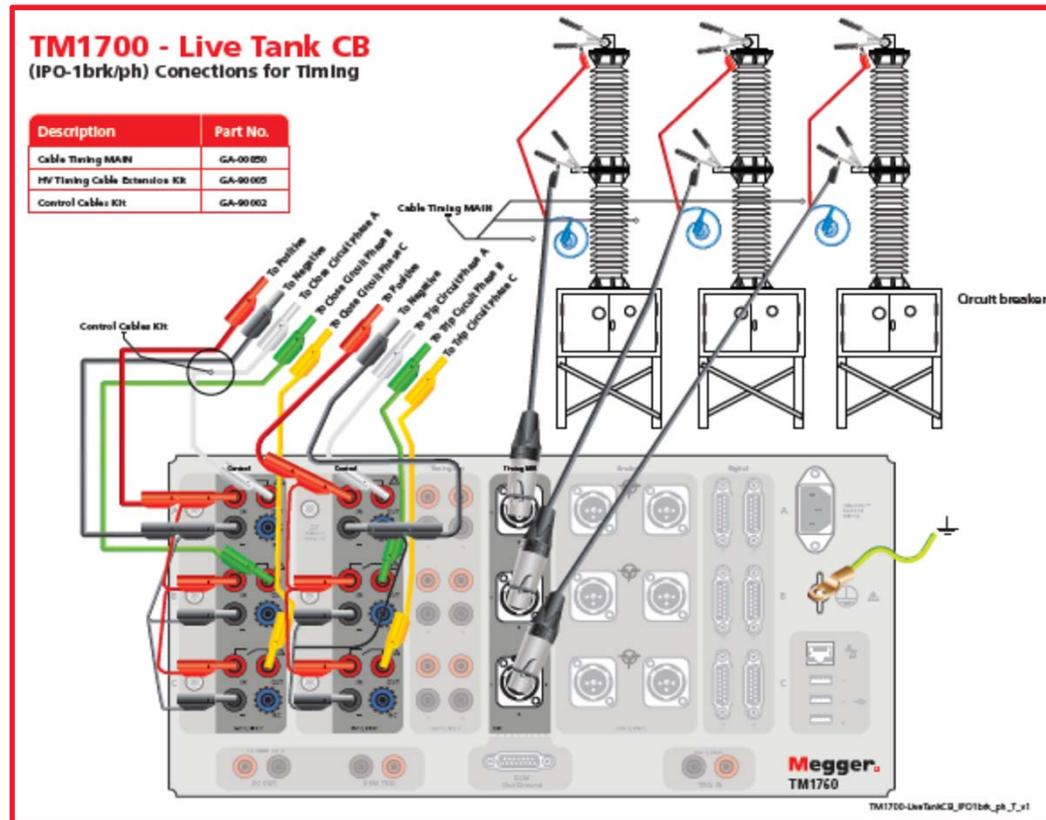
# Diagramas de Conexiones

- Tanque muerto (IPO-1cam/fase)



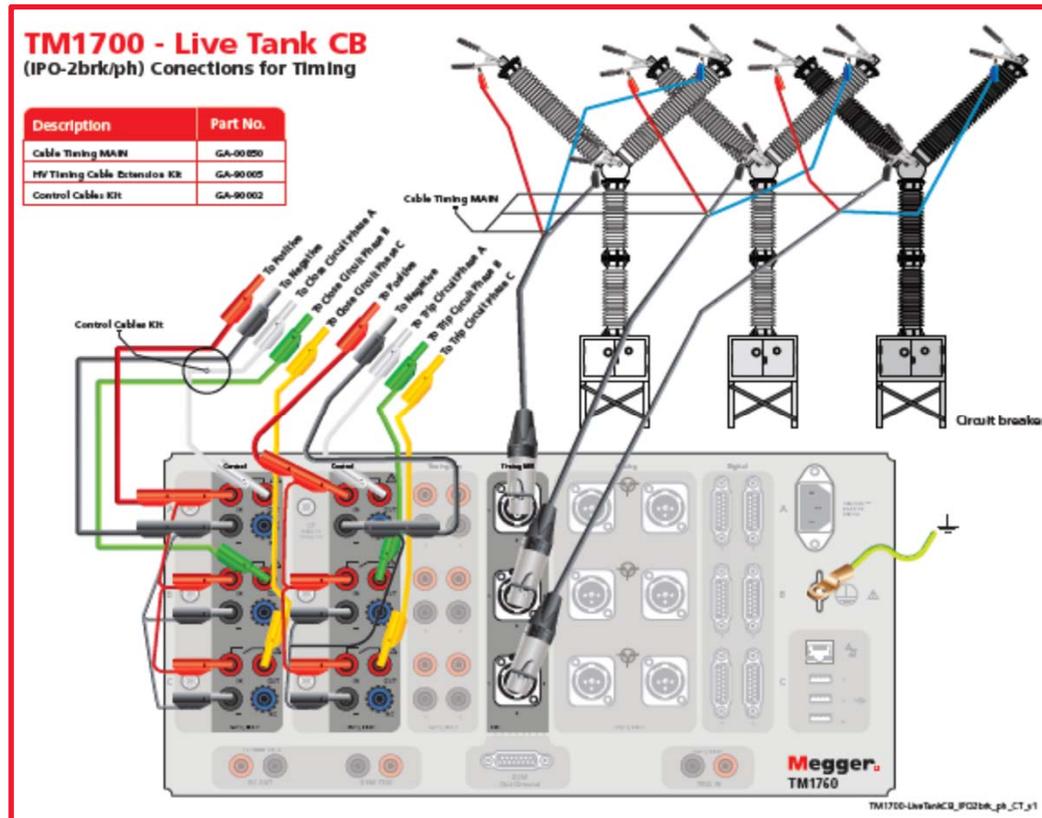
# Diagramas de Conexiones

- Tanque vivo (IPO-1cam/fase)



# Diagramas de Conexiones

- Tanque vivo (IPO-2cam/fase)







**Cualquier otra pregunta, solicitud o comentario adicional, pueden escribir al siguiente correo:**

**[raidel.coa@megger.com](mailto:raidel.coa@megger.com)**

**o llamar al + 57 311 576 0238**

**Megger<sup>®</sup>**  
**Power on**