

ANEXO CLBC016

INFORME DE AJUSTES DE ESQUEMA DE
PROTECCIÓN DE GENERADORES EN
CENTRAL MACHICURA

COLBUN S.A.

**ESPECIFICACION AJUSTES
PROTECCION DGP
UNIDADES CENTRAL MACHICURA**

Informe

Diciembre, 2004.

COLBUN S.A.

REVISION AJUSTES

PROTECCION DGP UNIDADES

CENTRAL MACHICURA

Informe

1. INTRODUCCIÓN

Dentro del proceso de modernización de protecciones que Colbún S.A. está llevando a cabo en sus instalaciones, ha decidido reemplazar las actuales protecciones de las unidades de la central Machicura.

Las protecciones Siemens reemplazadas corresponden a las siguientes funciones:

- Diferencial del generador (87G)
- Contactos a tierra del estator de 90 y 100% (64G1 y 64G2)
- Sobretenación (59)
- Potencia inversa (32-1 y 32-2)
- Carga desequilibrada (46A y 46T)
- Pérdida de excitación (40-1 y 40-2)
- Sobreexcitación del transformador de poder (24^a y 24T)

Las protecciones antes mencionadas se reemplazan por un esquema General Electric modelo DGP54AAAA. Los nuevos ajustes han sido especificados con los mismos criterios utilizados en la especificación de los existentes y como una adaptación de éstos a la nueva protección.

Como una forma de validar los ajustes para la nueva protección DGP, en el presente documento se incluye una descripción de los criterios generales normalmente utilizados en la especificación de los ajustes correspondientes.

Se indican también en el último punto del presente Informe, algunos comentarios sobre los ajustes de las protecciones que no han sido reemplazadas.

2. ANTECEDENTES

Los antecedentes relativos a las características de la unidad, las características y ajustes de las protecciones reemplazadas y las características y ajustes de la protección multifunción DGP, así como los catálogos de las protecciones fueron proporcionados por Colbún S.A.

3. DESCRIPCION DEL ANALISIS.

En los puntos siguientes se analizan los ajustes dados a las diferentes funciones del esquema de protección DGP y se comenta si los valores ajustados se adaptan a los criterios normales. Se sugerirán modificaciones en aquellos casos en que los ajustes especificados se apartan de dichos criterios.

3.1. Protección diferencial.

El criterio para ajustar esta protección debe considerar que ella no debe operar para fallas externas máximas, debido a problemas de saturación o errores de medición en los transformadores de corriente, aunque puede tener partida. Por otra parte, debe operar para la falla mínima que pueda ocurrir dentro del área protegida.

TT/CC: 2.000/5 Clase 10P20.

C.C. 3φ externo máximo: 8,53 kA. = 21,3 Amp.sec.

Por sus características, los TT/CC no se saturan para esta falla y el máximo error que pueden presentar, de acuerdo con el nivel de cortocircuito existente, es inferior al 4,5%, por lo tanto, la mayor diferencia de corrientes que pueden aparecer, considerando errores máximos y opuestos, será de:

Falla externa máxima = $21,3 \times 0,045 \times 2 = 1,9$ Amp-sec., por lo que el pick up para la partida de la medición de la protección deberá ser inferior a este valor.

Por otra parte, considerando que los TT/CC del lado de neutro y los de lado bornes son idénticos, basta una pendiente de la característica de la protección (slope) de un 15% para quedar a cubierto de los errores de medición, esta pendiente de 15% conduce a un valor del factor K 1 de 2%.

La partida de la medición está determinada por el pick up = $|I_1 - I_2|$ y la operación por el cumplimiento de la desigualdad $|I_1 - I_2|^2 \geq K |I_1 * I_2|$, en que $K = K_1$ si $I_1 * I_2 < 81$ y $K = 15 * K_1$ si $I_1 * I_2 > 81$.

Con valores de ajuste de pickup = 0.5 Amp-sec. y $K_1 = 2\%$, se cumple con la condición de tener partida pero no operación para falla externa máxima, puesto que $|I_1 - I_2| > \text{pick up}$ y la desigualdad $|I_1 - I_2|^2 \geq 15K_1 |I_1 * I_2|$ no se cumple.

Por otra parte, en el caso que la falla sea interna y mínima, las corrientes de cortocircuito resultan ser $I_1=7,29$ e $I_2 = -14,43$, por lo tanto, se tiene partida ya que $|I_1-I_2| > 0,5\text{Amp-sec.}$ y además se cumple con la desigualdad $|I_1-I_2|^2 \geq 15K_1 |I_1 \cdot I_2|$ y se tiene operación.

3.2. Protección contra carga desequilibrada.

El criterio de ajuste de esta protección debe considerar la característica de calentamiento $I_2^2 t$ del generador, concentrado principalmente en los polos y el cuerpo macizo del rotor. Para determinar el ajuste es necesario conocer la capacidad máxima de circulación de corriente de secuencia negativa I_2/I_N y la característica de calentamiento $I_2^2 t$ de la máquina.

Debido a que no se tienen esos antecedentes en el caso de las unidades de Machicura, se utilizarán valores típicos indicados en las normas. Por ejemplo las normas ASA e IEC, indican que la máxima circulación permitida de corriente de secuencia negativa está en torno al 8% de la corriente nominal de la máquina ($I_2/I_N = 0,08$). Por otra parte, el valor máximo de $I_2^2 t$, utilizado por la norma ASA C50.1, varía entre 10 y 40, siendo este último valor el máximo para generadores accionados por turbinas hidráulicas, sin embargo la norma IEC considera valores del orden de 20 en condiciones de falla.

Por lo tanto, el valor máximo de I_2 que puede circular es:

$$I_2 \text{ máx.} = 0,08 \times 50000/13,8\sqrt{3} = 167\text{Amp.} = 0,42 \text{ Amp-sec.}$$

El valor del pick up de la etapa de alarma conviene ajustarlo a lo más en un 70% del I_2 máx., esto es 0,30 Amp. sec. y el de la etapa de desenganche, en 0,42 Amp. sec.

Sobre la base de lo anterior, se tiene que los valores adoptados se ajustan a los criterios habituales, adoptando un valor de K_2 de 20, para ajustarse a la norma IEC.

3.3. Protección contra pérdida de excitación.

Cuando una máquina sincrónica pierde la excitación, pasa a comportarse como un generador de inducción, absorbiendo su corriente de magnetización desde el sistema. Para detectar esta situación anómala se utiliza un relé de impedancia, cuya zona de operación se ubica sobre el eje negativo de las reactancias en un plano R-X, lugar por el que pasa el punto de carga de la máquina, cuando ésta comienza a absorber grandes cantidades de potencia reactiva para su excitación.

Los ajustes de este relé de impedancia dependen de las características de la unidad:

P. máxima	= 50 MVA	$X_d = 1.102 \text{ } \Omega$	T/C = 400
Tensión	= 13,8 kV	$X'_d = 0,266 \text{ } \Omega$	T/P = 120

$$Z_b = kV^2/MVA * TC/TP = 12,696 \text{ } \Omega \text{ sec}$$

$$X_d = 1.102 * 12,696 = 13,99 \text{ } \Omega \text{ sec}$$

$$X'_d = 0,266 * 12,696 = 3,38 \text{ } \Omega \text{ sec}$$

Ajuste zona 1

$$\text{Centro} = (Z_b + X'_d)/2 = 8,04 \text{ } \Omega \text{ sec}$$

$$\text{Radio} = Z_b/2 = 6,35 \text{ } \Omega \text{ sec}$$

$$\text{Tiempo} = 1.0 \text{ seg.}$$

Ajuste zona 2

$$\text{Centro} = (X_d + X'_d)/2 = 8,68 \text{ } \Omega \text{ sec}$$

$$\text{Radio} = X_d/2 = 7,0 \text{ } \Omega \text{ sec}$$

$$\text{Tiempo} = 2.0 \text{ seg.}$$

Los ajustes especificados corresponden a los criterios generales utilizados para esta protección y los tiempos de retardo para cada zona deben estar en relación directa a la zona cubierta, es decir la zona de operación más grande (zona 2) debe tener un tiempo de operación mayor, por corresponder a una menor absorción de reactivos.

3.4. Protección contra potencia inversa.

Los generadores no tienen problemas con el eventual “motoreo”, puesto que siendo una máquina sincrónica le es indiferente trabajar como generador o como motor. Esta protección tiene por objeto proteger la máquina motriz. En este sentido, las turbinas hidráulicas no tienen mayores problemas, excepto en el caso de turbinas Francis que trabajan con el rodete sumergido.

Generalmente, en turbinas hidráulicas se especifican ajustes que no superan el 2% de la potencia nominal de la máquina. El ajuste actual de esta protección consta de una sola etapa que produce desenganche a los 6 segundos para una potencia inversa del 4% de la potencia nominal de la unidad. De acuerdo a lo anterior, se estima conveniente mantener el valor anterior como ajuste de la etapa 1 y ajustar la etapa 2 con un 8% con tiempos de 3 segundos, este último valor tendría por objeto acelerar el desenganche de la unidad en aquellos casos que pudiera haber otro tipo de problemas.

Etapa 1

Pickup : 49 watt TL1: 6 s.

Etapa 2

Pickup : 98 watt TL1: 3 s.

3.5. Protección contra contactos a tierra en el estator.

Esta protección, que utiliza la medición de la tensión residual en el neutro del estator para detectar contactos a tierra en él, tiene dos etapas. La primera mide la tensión residual de frecuencia fundamental y los ajustes especificados para ella permiten cubrir desde bornes hasta aproximadamente un 95% del enrollado del estator, que es el máximo normal de protección. La etapa 2, compara el porcentaje de tensión de tercera armónica presente en neutro con el total del voltaje generado (fundamental más tercera armónica), esto permite cubrir el 15% final del enrollado, mediante los ajustes intrínsecos de la protección.

En los ajustes actuales sólo está contemplada la etapa 1, por lo tanto se mantendrán los valores de ajuste de esta etapa en la protección DGP, la que además contará con la etapa 2, que cubre la porción final del enrollado.

3.6. Protección de sobre excitación del transformador de poder.

La sobre-excitación que puede experimentar el conjunto generador-transformador, queda determinada por condiciones de sobrevoltajes y/o bajas frecuencias a que puede quedar sometido, originando problemas de calentamiento y eventual deterioro de la aislación. Los valores de los ajustes de esta protección están basados en las características y comportamiento del generador y del transformador de poder en relación a sus capacidades de soportar estas condiciones de sobrevoltajes y bajas frecuencias.

Por no disponer de antecedentes sobre las características antes mencionadas, se recurrirá al criterio tradicional de considerar que la sobretensión máxima que pueden soportar es de entre un 10 y un 18% durante 45 segundos. Valores superiores deben ser despejados en forma más rápida.

Además es necesario que la etapa de alarma sea previa a este valor.

Por lo tanto, sobre la base del criterio antes mencionado, se sugieren los siguientes ajustes:

Alarma: ajustada al 90% de la sobretensión máxima

PU : 1.09 %₁

TL6 : 2 segundos

Desenganche: usando la curva N°4 (tiempo definido) y el criterio de los 45 segundos

INV PU : 1.1 %₁

Time Fac : 45 segundos

INST PU : 1.18 %₁

TL7 : 2 segundos

RESET : 30 segundos

3.7. Protección contra sobre voltajes.

Los criterios normales consideran que la máquina no soporta en forma permanente un valor mayor que el 110% de la tensión nominal y que para un valor cercano al 150% de la tensión nominal se requiere una operación muy rápida.

Los actuales ajustes contemplan un tiempo de operación de 5 seg. para valores de sobretensión de 20% y 0,2 seg. para valores de 30% de sobretensión.

Por lo tanto, sobre la base de los ajustes actuales y del criterio anteriormente expuesto se sugieren los siguientes ajustes:

V nom = 13,8 kV = 115 V sec

INV PU : $1,1 * 115 = 126,5 \Rightarrow 126$ V sec

Time Fac: menor tiempo posible para 150% $\Rightarrow K = 0,5$

3.8. Sobrecorriente con restricción de tensión (51V).

Esta función, que no estaba inicialmente considerada, se ajustará para cumplir la misma función de la protección de sobrecarga existente, la que permite el paso de una sobrecarga del 15% por 6 segundos.

El criterio a utilizar, será permitir el paso de una potencia de a lo menos un 115% de la nominal y además coordinar con el resto de las protecciones para fallas que ocurran en el sistema.

Para cumplir con las condiciones anteriores se tienen los siguientes ajustes:

PU = $1.15 * P_{nom} / 13.8 / \sqrt{3} / TC = 1.15 * 5.23 = 6.0$ Amp.

Tiempo de operación para fallas en bornes de la máquina = 0,3 s. $\rightarrow K= 1$ y $t=0,41$ s.

Tiempo de operación para fallas en 220 kV = 0,5 s. $\rightarrow K= 1$ y $t = 0,56$ s.

3.9. Configuración de desenganches y alarmas.

Cada función de protección, entre sus ajustes, posee 4 dígitos para configurar sus órdenes de desenganche y otros 4 dígitos para sus alarmas. El ordenamiento que propone Colbún para los desenganches es el siguiente (de izquierda a derecha):

- Interruptor del Generador
- Interruptor de Campo
- Detención de la unidad (86U)
- Desconexión de la unidad (86V)

Respecto a las alarmas, se propone:

- Alarmas de protecciones sin función de trip
- Alarma de desconexión de la unidad
- Alarma de detención de la unidad
- Alarma de reserva.

RESUMEN DE LOS AJUSTES ESPECIFICADOS

A continuación se indica el resumen de los ajustes propuestos para el relé DGP.

DGP

AAA SETTING TABLE

SETTING N°	MNEMONIC	DESCRIPTION	SETTING
CONFIGURATION			
101	UNIT ID	Unit Identification Number	0
102	SYS FREQ	System Frequency	50 Hz
103	SEL TVM	Select Trip Voltage Monitoring	1111
104	SEL TCM	Select Trip Current Monitoring	1111
105	SEL PRIM	Select Primary/Secondary Units	0
106	CT RATIO	Current Transformer Ratio	400
107	VT RATIO	Voltage Transformer Ratio	120
108	COMM PORT	Communication Port	9601
109	PHASE	Phase Rotation	ABC
110	TIME SYNC	Time Synchronizing Source	0
111	NUM FLT	Number of Faults Events Stored	3
112	PRE FLT	Number of Prefaults Cycles Stored	5 Cycles
113	OSC TRIG	External Oscillography Trigger	0
114	NOM VOLT	Nominal Voltage of Generator	115 Volts
115	RATED CUR	Rated Current of Generator	5,23 Amps
116	VT CONN	Type of VT Connection	0

STATOR DIFFERENTIAL: 87G			
201	TRIP	Configure Trip Output	1110
202	ALARM	Configure Alarm Output	0010
203	K1	K Factor	2 %
204	PICKUP	Pickup Level	0,5 Amps
CURRENT UNBALANCE - ALARM: 46A			
301	ALARM	Configure Alarm Output	1000
302	PICKUP	Pickup Level	0,30 Amps
303	TL14	Timer TL14 setting	2,0 Sec
CURRENT UNBALANCE - TRIP: 46T			
401	TRIP	Configure Trip Output	1101
402	ALARM	Configure Alarm Output	0100
403	PICKUP	Pickup Level	0,42 Amps
404	K2	K Factor	20 Sec
LOSS OF EXCITATION - SUPERVISION: 40			
501	SEL V2 SUP	Select V2 Supervision of 40	1
LOSS OF EXCITATION - ZONE 1: 40-1			
601	TRIP	Configure Trip Output	1110
602	ALARM	Configure Alarm Output	0010
603	CENTER	Center of Characteristic	8,04 Ohms
604	RADIUS	Radius of Characteristic	6,35 Ohms
605	TL12	Timer TL12 setting	1,0 Sec
LOSS OF EXCITATION - ZONE 2: 40-2			
701	TRIP	Configure Trip Output	1101
702	ALARM	Configure Alarm Output	0100
703	CENTER	Center of Characteristic	8,68 Ohms
704	RADIUS	Radius of Characteristic	7,0 Ohms
705	TL13	Timer TL13 setting	2,0 Sec
ANTI-MOTORING#1:32-1			
801	TRIP	Configure Trip Output	1101
802	ALARM	Configure Alarm Output	0100
803	SQ TR EN	Enable Sequential Trip	NO
804	REV PWR	Reverse Power Pickup	49 Watts
805	TL1	Timer TL1 setting	6 Sec
ANTI-MOTORING#2:32-2			
901	TRIP	Configure Trip Output	1101
902	ALARM	Configure Alarm Output	0100
903	REV PWR	Reverse Power Pickup	98 Watts
904	TL2	Timer TL2 setting	3 Sec
OVERCURRENT WITH VOLTAGE RESTRAINT: 51V			
1001	TRIP	Configure Trip Output	1110
1002	ALARM	Configure Alarm Output	0010
1003	PICKUP	Pickup Current	6.0 Amp
1004	TIME FAC	Time factor	1.0 Sec

STATOR GROUND - ZONE 1:64G1			
1101	TRIP	Configure Trip Output	1101
1102	ALARM	Configure Alarm Output	0100
1103	PICKUP	Pickup Voltage	10 Volts
1104	TL4	Timer TL4 setting	1,0 Sec
STATOR GROUND - ZONE 2:64G2			
1201	TRIP	Configure Trip Output	1101
1202	ALARM	Configure Alarm Output	0100
1203	TL5	Timer TL5 setting	0,1 Sec
OVEREXCITATION - ALARM:24A			
1301	ALARM	Configure Alarm Output	1000
1302	PICKUP	Pickup (V/Hz)	1,09 Per Unit
1303	TL6	Timer TL6 setting	2 Sec
OVEREXCITATION - TRIP:24T			
1401	TRIP ON	Configure Trip Output (on-line)	1101
1402	TRIP OFF	Configure Trip Output (off-line)	1101
1403	ALARM	Configure Alarm Output	0100
1404	CURVE #	Curve Number (Inverse Characteristic)	4
1405	INV PU	Pickup (V/Hz) (Inverse Characteristic)	1,1 Per Unit
1406	TIME FAC	Time Factor	45 Sec
1407	INST PU	Pickup (V/Hz) (Instantaneous)	1,18 Per Unit
1408	TL7	Timer TL7 setting	2 Sec
1409	RESET	Reset Time	30 Sec
OVERVOLTAGE:59			
1501	TRIP	Configure Trip Output	1101
1502	ALARM	Configure Alarm Output	0100
1503	PICKUP	Pickup Voltage	126 Volts
1504	TIME FAC	Time Factor	0,5 Sec

4. PROTECCIONES NO REEMPLAZADAS

A continuación se incluyen algunos comentarios respecto de los ajustes de las protecciones que no han sido reemplazadas.

4.1. Protección diferencial larga (generador-transformador).

El ajuste de esta protección Siemens tipo 7UT 22, cumple con los criterios generales de operar para cualquier falla interna, pero no para fallas externas, al utilizar transformadores de corriente con razones lo suficientemente grandes que evitan que ellos lleguen al nivel de saturación para fallas externas y al considerar una pendiente adecuada en su característica de operación.

4.2. Protección de distancia.

El ajuste de esta protección Siemens 7SL14, cuya función es proporcionar respaldo a la protección diferencial larga, está especificado según los criterios generales que habitualmente se utilizan en este tipo de protección.

4.3. Protección de sobrecorriente residual.

El ajuste de esta protección asegura la detección y despeje en respaldo de fallas a tierra que ocurran en todo el sistema de 220 kV entre la central y la S/E Maipo.

4.4. Protección de sobrecorriente del transformador de excitación.

El ajuste de esta protección limita la capacidad de paso del transformador de excitación a 2,4 MVA, equivalente a 2,5 veces la potencia nominal. Considerando el bajo tiempo de operación se considera adecuado el ajuste.

4.5. Protección contra contactos a tierra del rotor.

Los ajustes de esta protección están especificados de acuerdo a los criterios generales que habitualmente se aplican en este tipo de protección. Podría pensarse en habilitar la alarma de la etapa de alta resistencia.

4.6. Protección contra sobrecarga del generador.

El ajuste de esta protección permite una sobrecarga del generador de un 14% respecto de la capacidad máxima de él, lo que se considera aceptable.

Como complemento de esta protección se han especificado ajustes para la función de sobrecorriente con restricción por tensión (51V).

ANEXO 1
Ajustes de las Protecciones
No Reemplazadas

1. PROTECCION DE DISTANCIA

-	Relés 7SL14		
-	TT/CC : 2.000/5: TT/PP	:	$\frac{14.400}{\sqrt{3}} / \frac{120}{\sqrt{3}}$

1.1 Módulo 7TJ1510 - 0 (J > JN)

Valor de ajuste	:	1,2
Clavija base	:	0,5
Clavijas activas	:	0,1 + 0,2 + 0,4
Corriente de operación	:	6,0 A

1.2 Módulo de medida 7TL2517 - 0

Valor de ajuste (r)	:	8
Clavija base	:	0,1
Clavijas activas	:	0,02 + 0,08 + 0,3 + 0,5 + 1 + 2 + 4
Alcance de la 1ª Zona	:	1,6 ohm sec a 90°

1.3 Módulo de Tiempo 7TT1522 - 4E

1.3.1 Ajuste de tiempo de la 1ª Zona (t1)

Valor de ajuste (I)	:	1,5
Clavija base	:	0,1
Clavijas activas	:	0,2 + 0,4 + 0,8
Tiempo de operación	:	1,5 s

1.3.2 Ajuste de tiempo (t4)

Valor de ajuste (II)	:	3,6
Clavija base	:	0,1
Clavijas activas	:	0,1 + 0,2 + 3,2
Tiempo de operación	:	3,6 s

1.3.3 Ajuste de tiempo (t5, t6)

Valor de ajuste	:	3,6
Clavija base (III,IV)	:	0,2
Clavijas activas	:	0,2 + 3,2
Tiempo de operación	:	3,6 s

1.4 Módulo 7TL2704 – 0

Clavija [en posición



Posición de la clavija t1

: Θ Activo

Posición de la clavija t4

: |----->

2. PROTECCIÓN DIFERENCIAL GEN.- TRANSF.

Relés :	7UT22	:	500/1 conectados en estrella
TT/CC lado de 220 KV		:	1/12 conexión en estrella delta
TT/CC auxiliares (4AM517Q/7AA)		:	(bornes de 1 Amp.: E - O, Puente F - M, L - N. Bornes 12 Amp: A - B)
TT/CC lado de 13,8 KV		:	2.000/5 conectados en estrella

2.1 Módulos 7TD3251 - 1 (J/JN)

Valor de ajuste	:	0,4
Clavija base	:	No hay
Clavijas activas	:	0,4
Sensibilidad	:	40%

3. PROTECCION DE SOBRECORRIENTE RESIDUAL

- Relés :	7SJ30
TT/CC :	100/5

3.1 Módulo 7TJ1030 - 1

Valor de ajuste	:	2,5
Clavija base	:	2,5
Clavijas activas	:	No hay
Corriente de operación	:	2,5 A

3.2 Módulo de tiempo 7TT1122 - 1

3.2.1 Ajuste de t1

Valor de ajuste (I)	:	3,7
Clavija base	:	0,1
Clavijas activas	:	0,4 + 3,2
Tiempo de operación	:	3,7 s

3.2.2 Ajuste de t2

Valor de ajuste (II)	:	∞
Clavija base	:	0,1
Clavija activa	:	∞
Tiempo de operación	:	∞

4. PROTECCION CONTRA SOBRECARGA DEL GENERADOR

- Relés : 7ST30
TT/CC : 2.000/5

4.1 Módulo 7TJ1030 - 1

Valor de ajuste	:	6,0
Clavija base	:	2,5
Clavijas activas	:	0,5 + 1 + 2
Corriente de operación	:	6,0 A

4.2 Módulo de Tiempo 7TT1020 - 1

Valor de ajuste	:	6,0
Clavija base	:	0,1
Clavijas activas	:	0,1 + 0,2 + 0,8 + 1,6 + 3,2
Tiempo de operación	:	6,0 s

5. PROTECCION DE SOBRECORRIENTE DEL TRANSFORMADOR DE EXCITACION

- Relés : 7TJ50
TT/CC : 100/5

5.1 Módulo 7TJ5031 - 1

5.1.1. Ajuste de la Unidad de sobrecorriente

Valor de ajuste	:	5,0
Clavija base	:	2,5
Clavijas activas	:	0,5 + 2
Corriente de operación	:	5,0 A

5.1.2 Ajuste de la Unidad de tiempo

Valor de ajuste	:	0,1
Clavija base	:	0,05
Clavijas activas	:	0,05
Tiempo de operación	:	0,1s

6. PROTECCION CONTRA CONTACTOS A TIERRA DEL ROTOR

- Relés : 7 UR20
- Ajuste : de fábrica
- a) $R < 80 \text{ K.ohms}$ (alarma no habilitada)
- b) $R < 5 \text{ K.ohms}$ (desenganche)