

Középfeszültségű „SMART” kábelvédelzők; műszaki követelmények, vizsgálati előírások és alkalmazási lehetőségek



COMMITTED TO
SAFETY

Sántha Attila
VEIKI-VNL Kft.

XVIII. Szigetelésdiagnosztikai Konferencia, Bikal
2018.10.17.

- **Funkciói:**

- **„Hagyományos” kábelvégelzáró**

- Kábel végére szerelve azt lezárja, megfelelő szigetelést biztosít a csatlakozó villamos berendezésig
- A vezetőknek külső berendezéshez való villamos csatlakoztatását biztosítja

- **„Új” funkció: nagy pontosságú áram és feszültségmérés**

- Lehetőség folyamatos mérésre, felügyeletre
- Ezáltal fontos alkotóeleme a smart grid rendszernek

A smart grid vagy okoshálózat olyan elektromos hálózat, mely az információs és kommunikációs technológiák segítségével gyűjt információkat a szolgáltatók és a fogyasztók szokásairól, majd ezeket felhasználva automatikusan képes növelni a hálózat hatékonyságát, megbízhatóságát, gazdaságosságát és fenntarthatóságát.

Műszaki követelmények

Középfeszültségű „SMART” kábelvégelzárók

Műszaki követelmények

Specifikáció: ENEL Technical Specification DJ5400 Rev. 00 – 16/05/2013

1) Funkciók

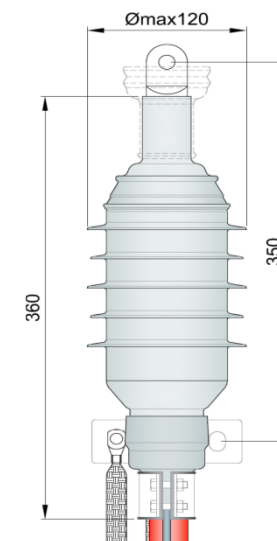
- Feszültség és áramszenzor
- Feszültség szenzor
- Feszültség jelenlét érzékelő

2) Típusok

- Beltéri végelzáró
- Plug-in T csatlakozó

3) Méretek

- Beltéri végelzáró: ENEL technical specification NCDJ4457, indoor type
- Plug-in T csatlakozó: ENEL technical specification DJ4155, Fig. 1 type



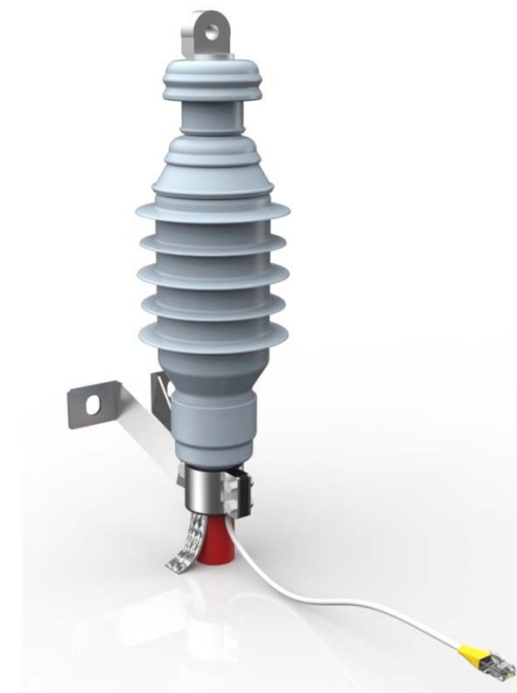
Középfeszültségű „SMART” kábelvégelzárók

Műszaki követelmények

4) Csatlakozás (RGDM/RGDAT – hibadetektálás, mérés)

- o RJ45 csatlakozó (EN 60603-7-3)
 - Feszültség és áramszenzor
 - Feszültség szenzor
- o Egyszerű mérővezeték
 - Feszültség jelenlét érzékelők

5) Csatlakozó vezetékek hossza: 4 m



Középfeszültségű „SMART” kábelvégelezárók

Műszaki követelmények

Specifikáció: ENEL Technical Specification DJ5400 Rev. 00 – 16/05/2013

6) Műszaki adatok

<u>Requirement</u>	<u>Unit</u>	<u>Value</u>
Highest voltage for equipment (U_m) (only for VT)	kV	24
Rated power-frequency withstand voltage (only for VT)	kV	50
Rated lightning-impulse withstand voltage (only for VT)	kV	125
Rated frequency (f_R)	Hz	50
Rated primary voltage (U_{pr}) (3 alternatives, only for VT)	kV	$\frac{20}{\sqrt{3}}$ $\frac{15}{\sqrt{3}}$ $\frac{10}{\sqrt{3}}$
Rated voltage factor (K_u) (only for VT)	-	1,9 per 8 h
Temperature category	°C	-5 – +40
Rated primary current (I_{pr}) (only for CT)	A	300
Rated continuous thermal current (I_{cth}) (only for CT)	A	1,2 x I_{pr}

Középfeszültségű „SMART” kábelvégelzárók

Műszaki követelmények

Specifikáció: ENEL Technical Specification DJ5400 Rev. 00 – 16/05/2013

6) Műszaki adatok (folytatás)

Secondary circuits impedances (RGDM/RGDAT input)	Voltage measurement (DJ5400/1, DJ5400/2, DJ5400/4 and DJ5400/5)	MΩ	1 ±2%
		pF	≤50
	Current measurement (DJ5400/1 and DJ5400/4)	kΩ	10 ±2%
		pF	≤10
	Voltage presence (DJ5400/3 and DJ5400/6)	μF	1

Rated voltage transformation ratio ($V_{k_{ra}}$)	Voltage measurement (DJ5400/1, DJ5400/2, DJ5400/4 and DJ5400/5)	V/V	10.000/1
	Voltage presence (DJ5400/3 and DJ5400/6)	V/V	79.000/1
Rated current transformation ratio ($I_{k_{ra}}$) (DJ5400/1 and DJ5400/4)		A/mV	1.000/31

Középfeszültségű „SMART” kábelvégelzárók

Műszaki követelmények



Specifikáció: ENEL Technical Specification DJ5400 Rev. 00 – 16/05/2013

7) Pontosság

o Feszültségmérés

- **Feszültség szenzor / feszültség és áram szenzor**
 - » Class 1 – 3 P mindhárom névleges feszültség szinten
 - » Elektronikus kompenzációval, ill. elektronikus kompenzáció nélkül
 - » Aktuális áttétel $\pm 30\%$ a névlegeshez képest, állandó érték
 - » Konstans fázistolás $\pm 180^\circ$
- **Feszültség jelenlét érzékelő**
 - » $\pm 15\%$ az amplitúdóra vonatkozóan
 - » Fázisszög hibára nincs követelmény
 - » Elektronikus kompenzáció nélkül

Középfeszültségű „SMART” kábelvégelezárók

Műszaki követelmények

Specifikáció: ENEL Technical Specification DJ5400 Rev. 00 – 16/05/2013

7) Pontosság (folytatás)

o Árammérés

- Feszültség és áramszenzor

- » Elektronikus kompenzációval, ill. elektronikus kompenzáció nélkül
- » Aktuális áttétel $\pm 30\%$ a névlegeshez képest, állandó érték
- » Konstans fázistolás $\pm 180^\circ$
- » $I_{pr} = 300 \text{ A}$

Current (I/I _{pr})	Ratio		Phase	
	Ratio error (%)	Deviation respect to the prototype (%)	Phase displacement (degree)	Deviation respect to the prototype (degree)
0,01	± 5	0,8	± 2	0,8
0,05	± 1	0,2		0,2
1	± 1	0,01		0,01
20	± 5	-		-

Középfeszültségű „SMART” kábelvédelzők

Műszaki követelmények

Specifikáció: ENEL Technical Specification DJ5400 Rev. 00 – 16/05/2013

7) Pontosság (folytatás)

- THD (Total Harmonic Distortion – Teljes Harmonikus Torzítás)
(EN 50160 és EN 61000-4-7)

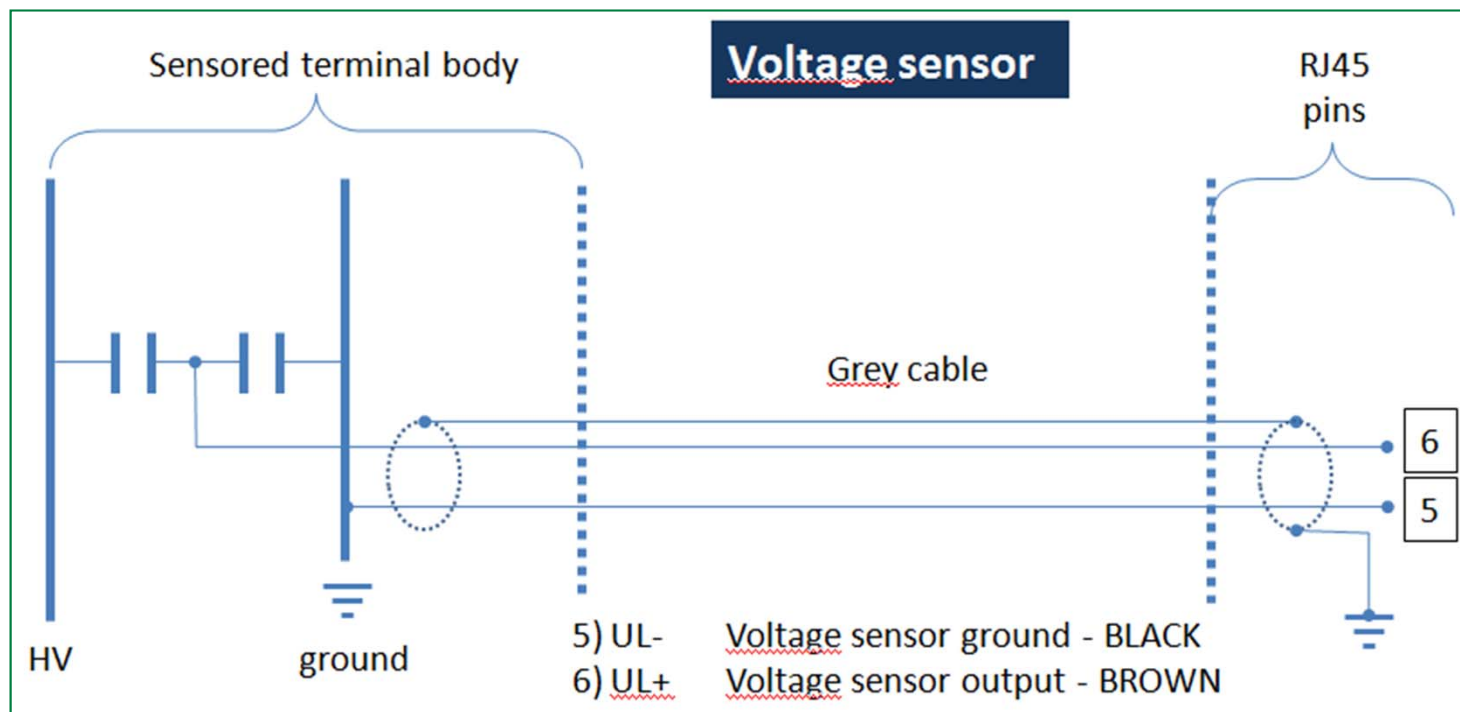
Accuracy class	Percentage (ratio) error (+/-) at harmonics shown below		Phase error (+/-) at harmonics shown below (degrees)	
	1st to 2 nd harmonic	3rd to 50 th harmonic	1st to 2 nd harmonic	3rd to 50 th harmonic
Special quality metering	1 %	5 %	1	5

Középfeszültségű „SMART” kábelvégelezárók

Műszaki követelmények

o Feszültségmérés

- Kapacitív osztó

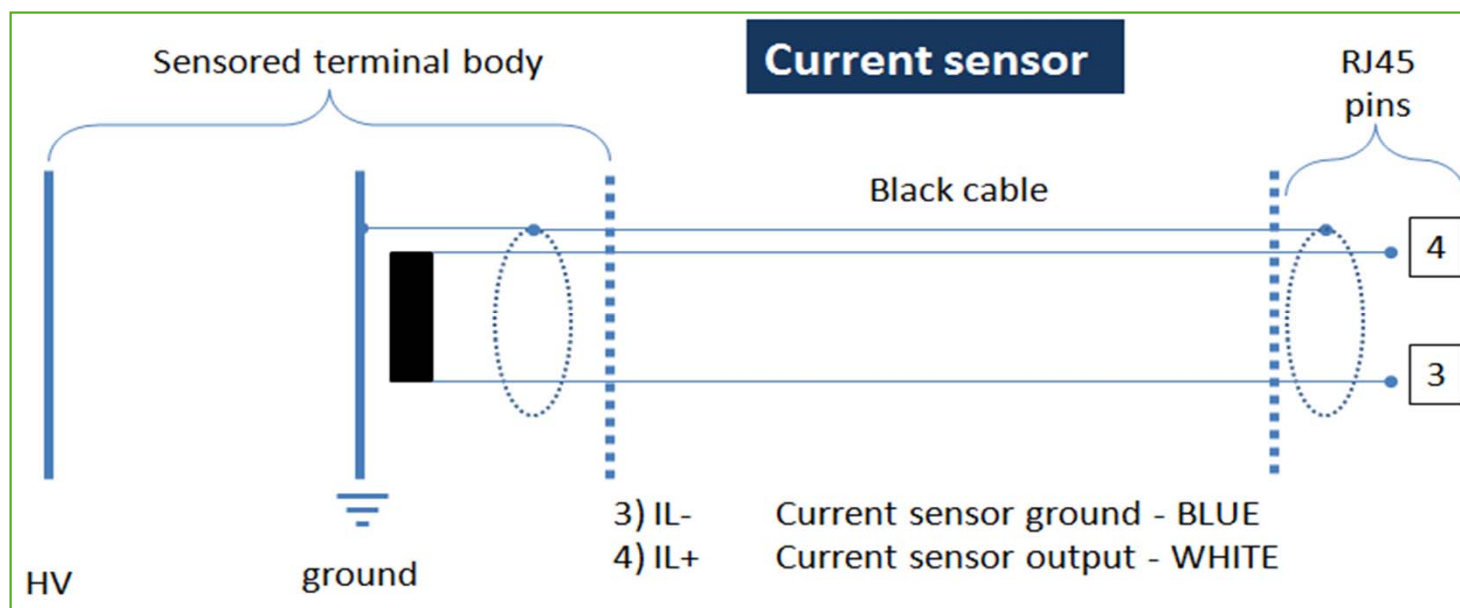


Középfeszültségű „SMART” kábelvégelezárók

Műszaki követelmények

o Árammérés

- Rogowski tekercs
- Integrátor szükséges; ez az RGDM/RGDAT része



Vizsgálati előírások

Középfeszültségű „SMART” kábelvégelzárók

Vizsgálati előírások



Specifikáció: ENEL Technical Specification DJ5400 Rev. 00 – 16/05/2013

- **„Hagyományos” kábelvégelzáró**
 - Vizsgálatok a HD 629.1 S2: 2006 sz. szabvány szerint
- **„Új” funkció: nagy pontosságú áram és feszültségmérés**
 - Áram szenzor: vizsgálatok az IEC 60044-8: 2002 (Elektronikus áramváltók) sz. szabvány szerint
 - Feszültség szenzor: vizsgálatok az IEC 60044-7:1999 (Elektronikus feszültségváltók) sz. szabvány szerint

Középfeszültségű „SMART” kábelvégelezárók

Vizsgálati előírások

1) Középfeszültségű kábelvégelezáró (HD 629.1 S2: 2006)

Test		Test clause of EN 61442	Test sequence			Test requirements
			A1	A2	A3	
1	DC voltage dry	5	x	x		15 min at 6 U_0 , no breakdown nor flashover
2	AC voltage dry	4	x	x		5 min at 4,5 U_0 , no breakdown nor flashover
3	Partial discharge at ambient temperature	7	x			max. 10 pC at 1,73 U_0 ⁽⁴⁾
4	Impulse voltage at elevated temperature	6	x			10 impulses of each polarity, no breakdown nor flashover
5	Heating cycle voltage in air	9	x			126 cycles at 2,5 U_0 , no breakdown nor flashover
6	Partial discharge at elevated and ambient temperature	7	x			max. 10 pC at 1,73 U_0 ⁽⁴⁾
7	Thermal short circuit (screen) ⁽¹⁾	10		x		2 short circuits at I_{sc} , no breakdown
8	Thermal short circuit (conductor)	11		x		2 short circuits to raise conductor to θ_{sc} of the cable, no breakdown
9	Dynamic short circuit	12		x		1 short circuit at I_d ⁽³⁾ , no breakdown
10	Impulse voltage at ambient temperature	6	x	x		10 impulses of each polarity, no breakdown nor flashover
11	AC voltage dry	4	x	x		15 min at 2,5 U_0 , no breakdown nor flashover
12	Humidity ⁽²⁾	13			x	300 h duration at 1,25 U_0 ⁽⁵⁾
13	Examination	-	x	x	x	For information only ⁽⁶⁾

Középfeszültségű „SMART” kábelvégelzárók

Vizsgálati előírások



1) Középfeszültségű kábelvégelzáró (Folytatás - ENEL DJ5400, Rev. 00)

- Pontossági mérés

Az A1 és A3 vizsgálatsorozatban a hőciklus, illetve tiszta ködös vizsgálatok előtt és után pontossági mérést kell végezni.

A vizsgálatok után mért értékek nem térhet el a pontossági osztályuk szerint meghatározott hibahatár 50%-ánál nagyobb mértékben az adott vizsgálat sorozat előtt mért értékhez viszonyítva.

Középfeszültségű „SMART” kábelvégelzárók

Vizsgálati előírások

2) Feszültség és áramszenzor

- Feszültség szenzor (IEC 60044-7:1999)

Description	Type tests	Individual tests
1. Impulse test on primary voltage terminals	X	
2. Accuracy test	X ⁴	X ⁵
3. Abnormal conditions withstand capability test (short-circuit and overheating)	X ⁶	
4. Electromagnetic compatibility tests	X	

Középfeszültségű „SMART” kábelvégelzárók

Vizsgálati előírások

2) Feszültség és áramszenzor (folytatás)

- Áram szenzor (IEC 60044-8:2002)

Description	Type tests	Individual tests
1. Accuracy test	X ⁷	X ⁸
2. EMC tests	X	-
3. Short-time current tests	X	-
4. Temperature-rise test	X	-

Középfeszültségű „SMART” kábelvégelezárók

Vizsgálati előírások

Pontossági mérések:

a) Basic accuracy test

Feszültség szenzor:

Test voltage	Frequency	Limits of voltage error and phase error
0.24 kV (2 %)	50 Hz	$\pm 6\% \pm 4^\circ$
0.60 kV (5 %)	50 Hz	$\pm 3\% \pm 2^\circ$
9.60 kV (80 %)	50 Hz	$\pm 1\% \pm 2/3^\circ$
12.00 kV (100 %)	50 Hz	$\pm 1\% \pm 2/3^\circ$
14.40 kV (120 %)	50 Hz	$\pm 1\% \pm 2/3^\circ$
22.80 kV (190 %)	50 Hz	$\pm 3\% \pm 2^\circ$

Áram szenzor:

Test current	Frequency	Limits of current error and phase error
3A (1 %)	50 Hz	$\pm 5\% \pm 2^\circ$
15 A (5 %)	50 Hz	$\pm 1\% \pm 2^\circ$
300 A (100 %)	50 Hz	$\pm 1\% \pm 2^\circ$
6000 A (2000 %)	50 Hz	$\pm 5\% \pm 2^\circ$

Középfeszültségű „SMART” kábelvégelzárók

Vizsgálati előírások

Pontossági mérések:

b) Test for accuracy versus temperature

Feszültség szenzor:

Test voltages	Current	Temperature	Frequency	Limits of voltage error and phase error
5.8 kV / 8.7 kV / 12 kV	- A	-5 °C	50 Hz	$\pm 1.0 \% \pm 2/3^\circ$
5.8 kV / 8.7 kV / 12 kV	300 A	40 °C	50 Hz	$\pm 1.0 \% \pm 2/3^\circ$

Középfeszültségű „SMART” kábelvégelzárók

Vizsgálati előírások

Pontossági mérések:

b) Test for accuracy versus temperature (folytatás)

Áram szenzor:

Test voltage	Current	Temperature	Frequency	Limits of current error and phase error
- kV	300 A	+22°C	50 Hz	±1 % ±2°
		+40°C		
		+40°C		
		+40°C		
		+22°C		
		-5°C		
		-5°C		
		-5°C		
		+22°C		
		+22°C		
		+22°C		
		+22°C		

Középfeszültségű „SMART” kábelvégelzárók

Vizsgálati előírások

Pontossági mérések:

b) Test for accuracy versus frequency

Feszültség szenzor:

Test voltages	Frequency	Limits of voltage error and phase error
5.8 kV / 8.7 kV / 12 kV (100 %)	48.0 Hz	$\pm 3.0 \% \pm 2^\circ$
	49.5 Hz	$\pm 1 \% \pm 2/3^\circ$
	50.5 Hz	$\pm 1 \% \pm 2/3^\circ$
	51.0 Hz	$\pm 3.0 \% \pm 2^\circ$

Áram szenzor:

Test current	Frequency	Limits of current error and phase error
300 A (100 %)	48.0 Hz	$\pm 1 \% \pm 2^\circ$
	49.5 Hz	$\pm 1 \% \pm 2^\circ$
	50.5 Hz	$\pm 1 \% \pm 2^\circ$
	51.0 Hz	$\pm 1 \% \pm 2^\circ$

Középfeszültségű „SMART” kábelvégelzárók

Vizsgálati előírások

Pontossági mérések:

b) PQ monitoring accuracy

Feszültség és áram szenzor:

Percentage (ratio) error ($\pm$) at harmonics shown below		Phase error ($\pm$) at harmonics shown below (degrees)	
1 st to 2 nd harmonic	3 rd to 50 th harmonic	1 st to 2 nd harmonic	3 rd to 50 th harmonic
1 %	5 %	1	5

Vizsgálatok

Középfeszültségű „SMART” kábelvégelzárók Vizsgálatok

Specifikáció: ENEL Technical Specification DJ5400 Rev. 00 – 16/05/2013



- Dielektromos vizsgálatok (lökőfeszültség vizsg., ipari frekvenciájú vizsg., részleges kisülés)
- Zárlati vizsgálatok
- Melegedésmérés
- Hőciklus tartampróba, tiszta ködös vizsgálat, Klímakamra

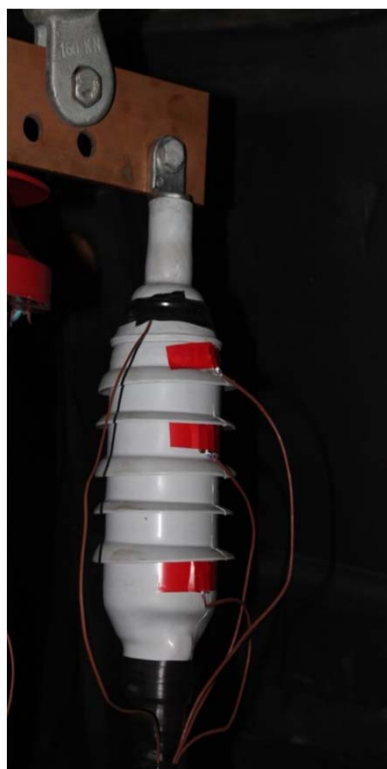


Pontossági mérések

- Mérőberendezések
- Mérőműszerek
- Lezárások
- Adatgyűjtő és kiértékelő software

Középfeszültségű „SMART” kábelvégelzárók

Vizsgálatok

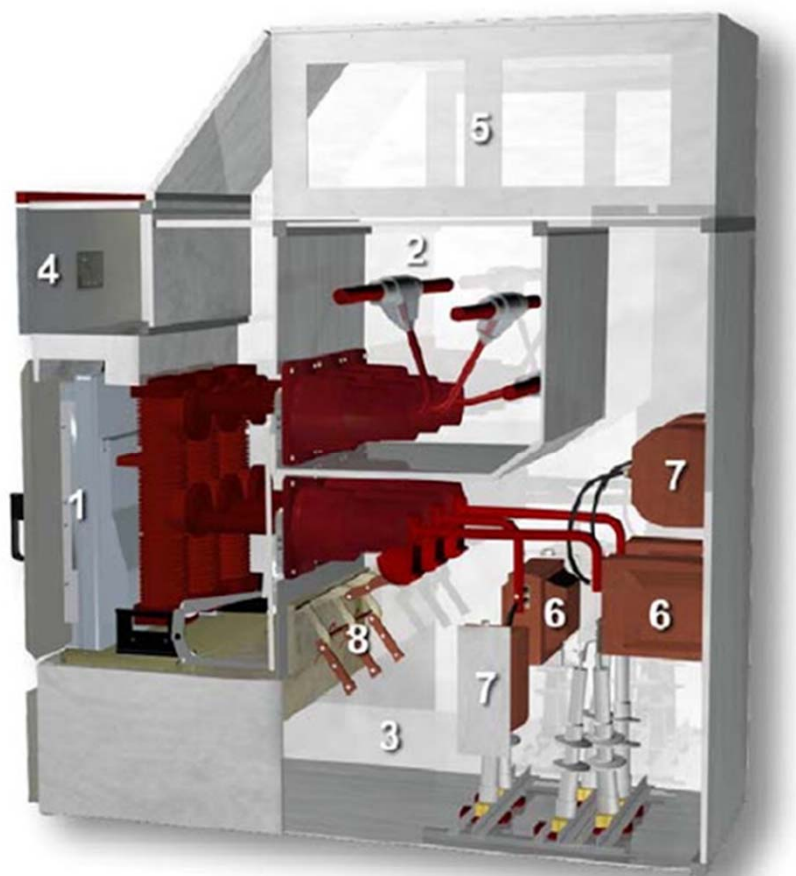


Alkalmazási lehetőségek

Középfeszültségű „SMART” kábelvégelzárók

Alkalmazási lehetőségek

Középfeszültségű fémtokozott kapcsolóberendezés



- 1. Megszakító
- 2. Gyűjtősín
- 3. Kábelcsatlakozás
- 4. Kisfeszültségű tér
- 5. Ív csatorna
- 6. Áramváltó
- 7. Feszültségváltó
- 8. Földelőkés

Középfeszültségű „SMART” kábelvégelzárók Alkalmazási lehetőségek

Kábelcsatlakozás

Az áramváltó és feszültségváltó
helyett SMART kábelvégelzárók
alkalmazása

Fejlesztés 2013-ban.

Első hálózati alkalmazás 2014-ben.



Összefoglalás

- A SMART kábelvégelzárók fontos elemei a smart grid rendszernek
- Új termék, nincs önálló termékszabványa
- A műszaki követelményeket ENEL specifikáció foglalja össze, amely nemzetközi szabványok vonatkozó fejezeteit hívja meg
- Jelenleg 24 kV-os feszültségig létezik; 36 kV-ra történő fejlesztése folyamatban van
- 2014 óta alkalmazzák hálózaton; az üzemi tapasztalatok további követelményeket fogalmazhatnak meg az ÜZEMBIZTONSÁG érdekében

Köszönöm a figyelmet!



COMMITTED TO
SAFETY