

# **EURO**PROT +

**Beállítási útmutató a TOV59\_TD  
harmadik harmonikus  
feszültség-differenciálvédelem funkcióhoz**



**PROTECT**  
HUNGARY

**Budapest, 2015. május**

Felhasználói kézikönyv, változat-információ

Változat	Dátum	Módosítás	Összeállította
V1.0	12.02.2015	English version	Petri
V1.0	2015-02-28	Magyar változat	Póka
V1.1	2015-03-16	Ábrák frissítve, formázás	Erdős
V1.2	2015-05-05	Egyenletek frissítve	Erdős

## TARTALOM

1	Alkalmazási példák .....	4
1.1	A funkció alkalmazása generátorszintű megszakító nélküli elrendezésben .....	4
1.1.1	Csillagponti ellenállás nélkül .....	4
1.1.2	Csillagponti ellenállással .....	5
1.2	A funkció alkalmazása generátorszintű megszakító esetén .....	7
2	Bekötési rajzok .....	8
3	Paraméter beállítások .....	10
3.1	A feszültség bemeneti modul beállítása .....	10
3.2	A feszültségváltó csillagpont-bekötésének paramétere .....	11
3.3	A csillagponti és a nyitott delta feszültség összehangolása .....	11
4	A 150 Hz-es feszültség-differenciálvédelmi funkció kiegyenlítése .....	12
4.1	A kiegyenlítés (nullázás) módja .....	12
4.2	A kiegyenlítés folyamata csillagponti ellenállás nélkül .....	12
4.3	A kiegyenlítés folyamata csillagponti ellenállással .....	15
4.4	A kiegyenlítés generátorszintű megszakító esetén .....	19
4.5	A megszólalási értékek és a késleltetések beállítása .....	19
4.6	A funkció működéspróbája .....	20

# 1 Alkalmazási példák

A TOV59\_TD típusú harmadik harmonikus feszültség-differenciálvédelmi funkciót Protecta Kft. a generátor-transzformátor egység számára a generátor csillagpontja közelében fellépő testzárlatok érzékelésére fejlesztette ki (lásd 2-1. és 2-2. ábrát). A funkció együtt alkalmazva hálózati frekvenciájú zérus sorrendű túlfeszültségvédelmi funkcióval 100 %-os állórész-testzárlatvédelmet biztosít.

A szinkron generátor indukált feszültsége tartalmaz felharmonikus összetevőket is. A funkció a harmadik harmonikus feszültséget használja az állórész csillagpont közeli és csillagponti testzárlatának érzékelésére. Ez a harmadik harmonikus feszültség zérus sorrendű, ezért a működés ismertetéséhez a generátor-transzformátor egység zérus sorrendű helyettesítő kapcsolását lehet alkalmazni.

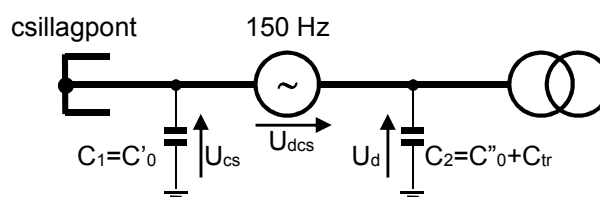
A generátor-transzformátor egység elrendezése különböző lehet aszerint, hogy alkalmaznak-e generátorszintű megszakítót, illetve csillagponti földelő ellenállást. A Protecta Kft. TOV59\_TD típusú harmadik harmonikus feszültség-differenciálvédelmi funkciója képes védeni mindegyik kombinációt.

A funkció a testzárlatot a generátor csillagpontja és kivezetése harmadik harmonikus feszültsége közötti arány megváltozásával érzékeli. Normál üzemben a harmadik harmonikus feszültség eloszlását a zérus sorrendű kapacitások és a csillagponti földelő ellenállás (ha alkalmaznak) szabják meg. A módszer feltételezi, hogy a rendszer zérus sorrendű kapacitásai nem változnak (vagy két értéket vehetnek fel a generátorszintű megszakító ki- és bekapcsolásától függően). Következésképpen ez a védelmi funkció nem alkalmazható gyűjtősinre közvetlenül csatlakozó generátorokra, mivel a zérus sorrendű kapacitás nagy mértékben változik, ha az elrendezés generátorok, vezetékek, kábelek vagy transzformátorok gyűjtősinről való ki- vagy bekapcsolásával változik.

## 1.1 A funkció alkalmazása generátorszintű megszakító nélküli elrendezésben

### 1.1.1 Csillagponti ellenállás nélkül

Az 1-1. ábra mutatja a generátorszintű megszakító és csillagponti ellenállás nélküli elrendezés zérus sorrendű helyettesítő kapcsolását.



1-1. ábra. Zérus sorrendű helyettesítő vázlat csillagponti ellenállás nélkül

$U_{dcs}$	a generátor állórészében indukálódott 150 Hz-es feszültségösszetevő
$U_{cs}$	a generátor csillagpontjánál mérhető 150 Hz-es feszültségösszetevő
$U_d$	a generátor kivezetésénél mérhető 150 Hz-es feszültségösszetevő

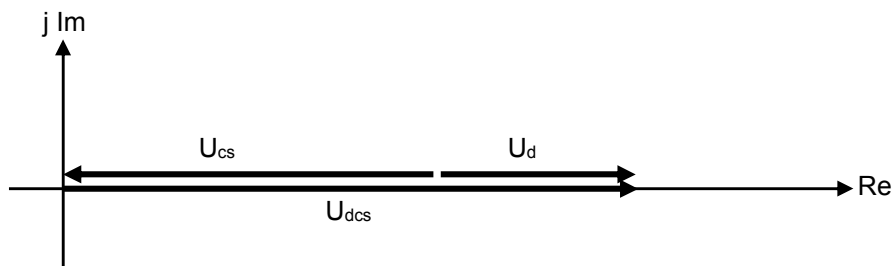
Az 1-1. ábra pozitív irányával:

$$U_d = U_{cs} + U_{dcs}$$

A feszültségforrás a generátor állórészében indukált harmadik harmonikus feszültség. A generátor elosztott kapacitásai koncentráltan részben a generátor csillagpontjába ( $C'_0$ ), részben a kivezetésbe ( $C''_0$ ) vannak koncentrálnva. A  $C_2$  kapacitásban a transzformátor zérus sorrendű

kapacitása is benne van. Meg kell jegyezni, hogy a kapacitások konkrét ismerete nem szükséges, a funkció a mért feszültségekkel számol.

A vektordiagram az 1-2. ábrán látható. A pozitív irányok az 1-1. ábra szerinti.



1-2. ábra. Harmadik harmonikus vektorábra csillagponti ellenállás nélkül

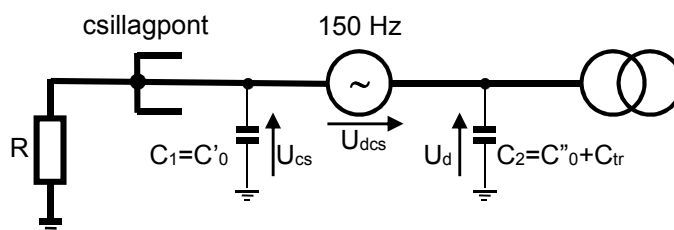
A funkció a csillagpontban mért  $U_{cs}$  150 Hz-es feszültséget és a generátor állórész-tekerccselésében indukált  $U_{dcS}$  150 Hz-es feszültséget használja fel. Ez utóbbit vagy közvetlen méréssel határozza meg úgy, hogy a feszültségváltók primer csillagpontját a generátor csillagpontjához köti (lásd a 2-1. ábrát), vagy ha a feszültségváltók primer csillagpontja földelve van (lásd a 2-2. ábrát), számolja az alábbiak szerint:

$$U_{dcS} = U_d - U_{cs}$$

A mérés választását az „Üzem mód” paraméter beállításával követni kell. Ha a feszültségváltók primer csillagpontja földelve van, és így a kivezetés feszültsége mérhető közvetlenül (2-2. ábra), a beállítás „Üzem mód =  $U_{cs}-U_d$ ”, ha viszont a feszültségváltók primer csillagpontját a generátor csillagpontjához van kötve, és így a generátor állórész-tekerccselésében indukált feszültség mérhető közvetlenül (2-1. ábra), a beállítás „Üzem mód =  $U_{cs}-U_{dcS}$ ”.

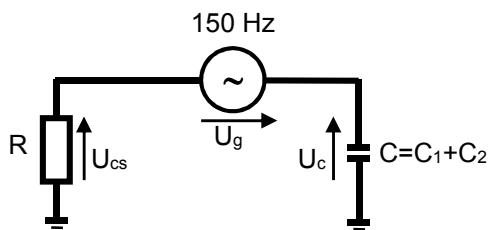
### 1.1.2 Csillagponti ellenállással

Az 1-3. ábra mutatja a generátorszintű megszakító nélküli, csillagponti ellenállást alkalmazó elrendezés zérus sorrendű helyettesítő ábráját.



1-3. ábra. Zérus sorrendű helyettesítő ábra csillagponti ellenállással

Az ellenállás csatlakozási pontjára az 1-4 ábrán látható egyenértékű Thevenin generátor vezethető le:



1-4. ábra. Egyenértékű Thevenin generátor a csillagponti ellenállás csatlakozási pontjára

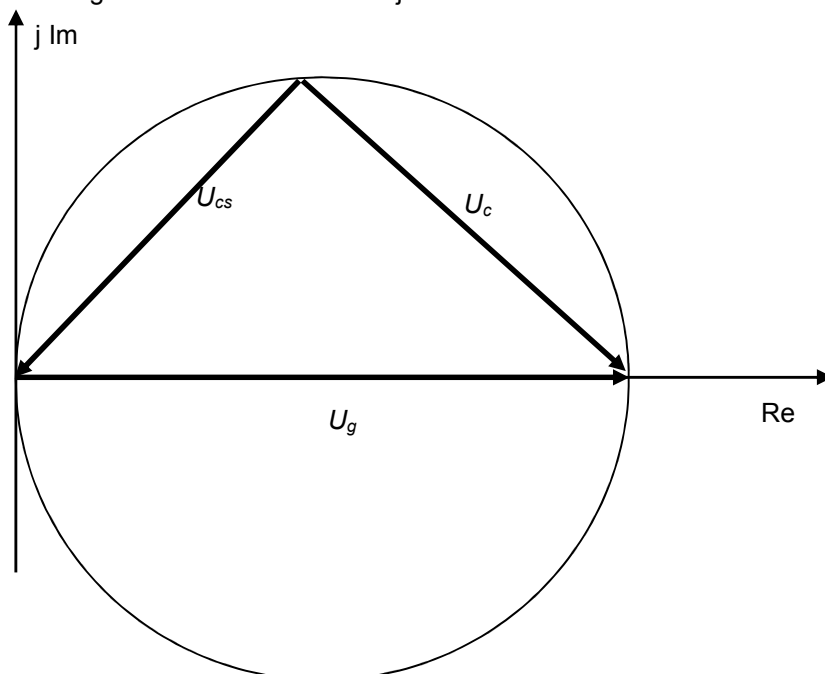
ahol

$$C = C_1 + C_2$$

és

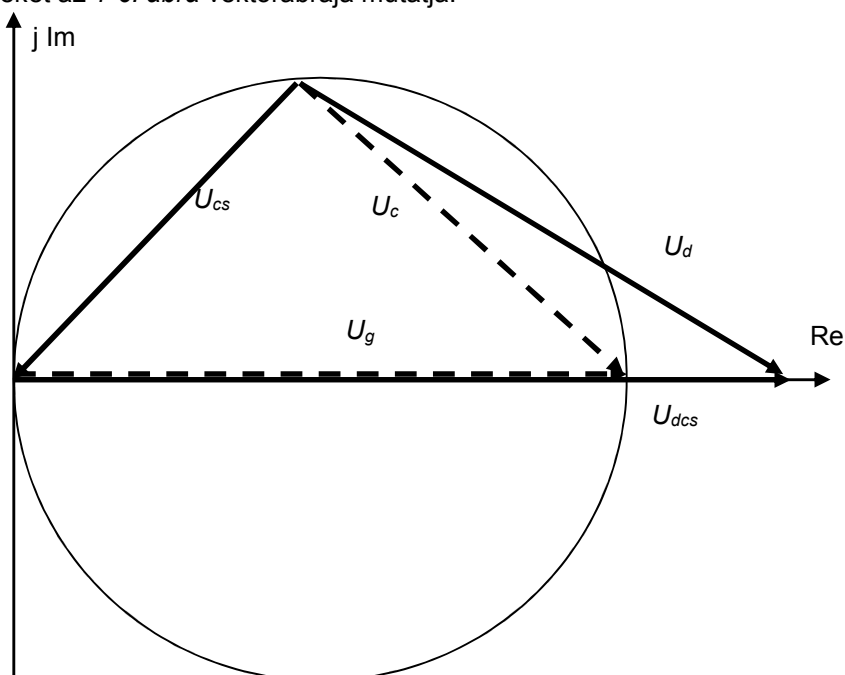
$$U_g = U_{dcs} \frac{C_2}{C_1 + C_2}$$

$U_{cs}$  ohmos,  $U_c$  kapacitív feszültség. Ezek a feszültségek egymásra merőlegesek. Az ennek megfelelő vektordiagramot az 1-5. ábra mutatja.



1-5. ábra. Az 1-4. ábra kapcsolásának megfelelő vektordiagram

Megoldva az 1-4. ábra egyenértékű Thevenin sémáját az 1-3. ábra szerint a mérhető feszültségeket az 1-6. ábra vektorábrája mutatja.



1-6. ábra. A mérhető feszültségek vektorábrája csillagponti ellenállással

Az 1-6. és az 1-5. ábra összehasonlításával:

$$U_{dcs} = U_g \frac{C_1 + C_2}{C_2}$$

és

$$U_d = U_{cs} + U_{dcs}$$

A funkció működésének és beállításának magyarázata az 1-2. ábra (csillagpont ellenállás nélkül) és az 1-6 ábra (csillagponti ellenállással) vektorábrák alapján az alábbiakban találhatók.

## 1.2 A funkció alkalmazása generátorszintű megszakító esetén

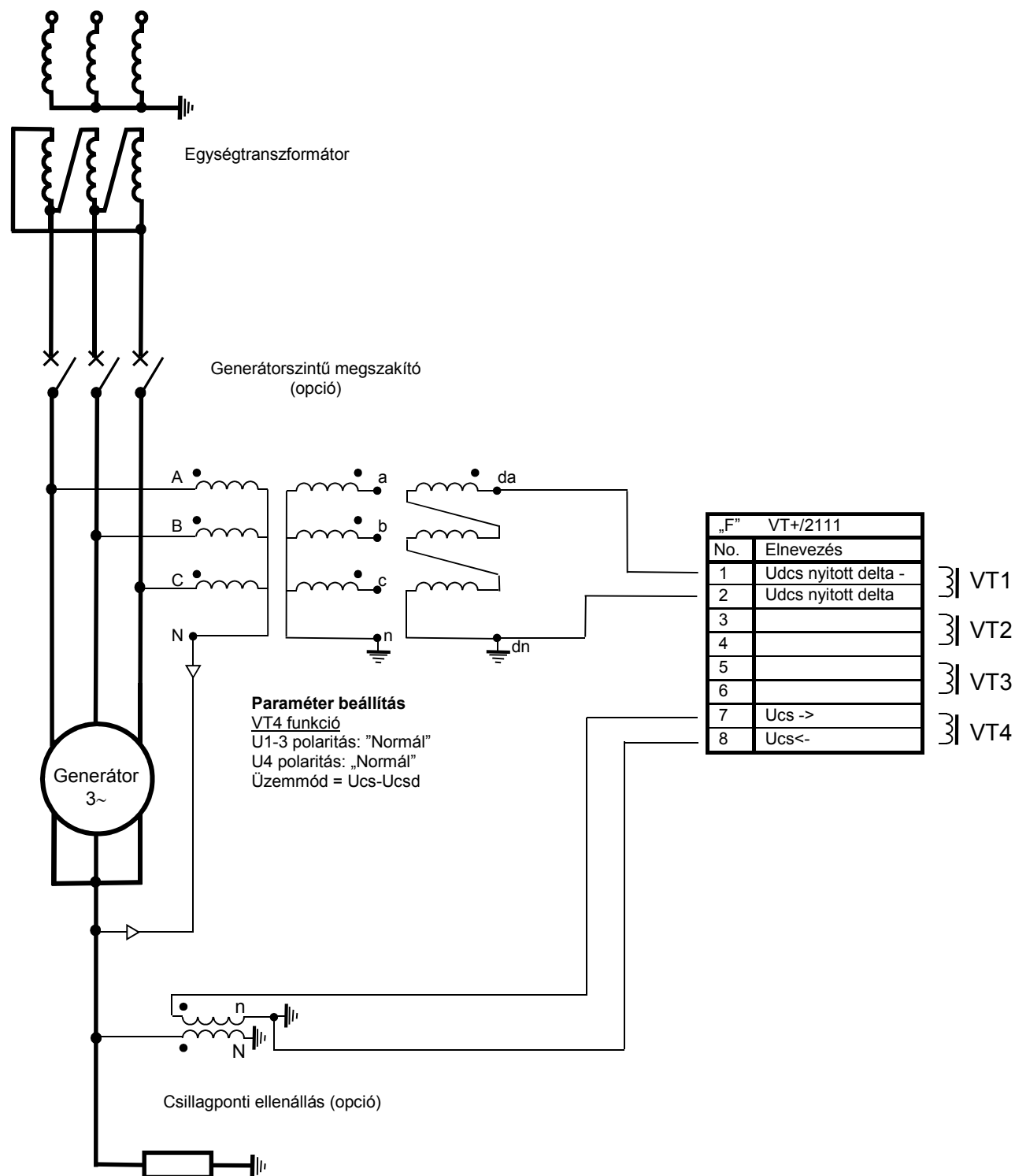
A generátor feszültségszintjén alkalmazott megszakító kikapcsolása leválasztja a főtranszformátor, és a házi üzemi transzformátor zérus sorrendű kapacitását. Ezért a működés két állapotát lehet megkülönböztetni: „A állapot”, amikor a megszakító nyitva van, és „B állapot”, amikor a megszakító zárt.

A harmadik harmonikus feszültség-differenciálvédelmi funkció ki tudja szolgálni mindkét állapotot. A generátor üzeme alatt a megszakító segédérintkezője ad információs jelet az aktuális állapotról.

A védelmi funkció adaptív, a megszakító állapotától függően veszi figyelembe az aktuális  $C_2$ -t.

## 2 Bekötési rajzok

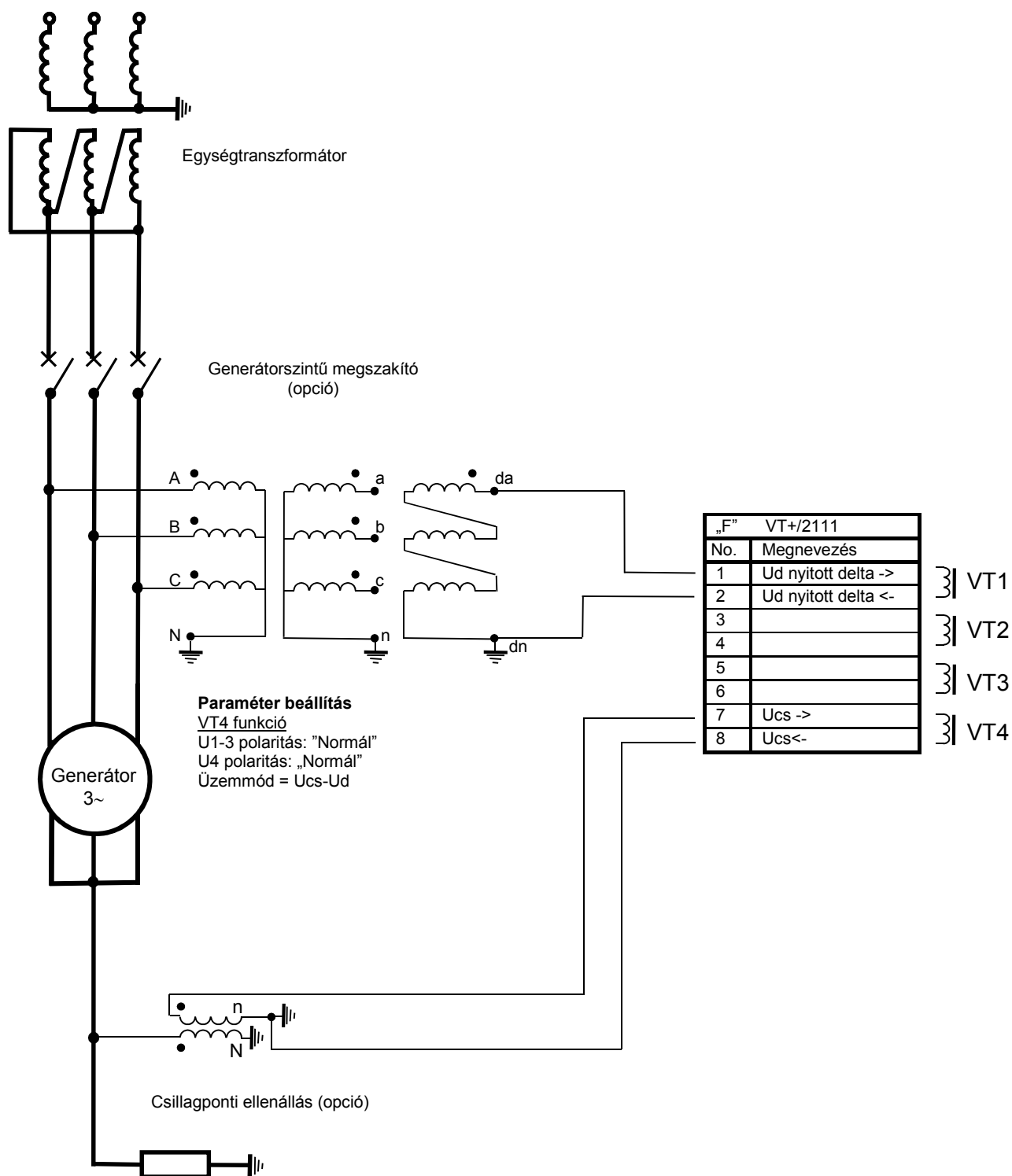
A 2-1. ábra mutatja a funkció bekötését, ha a feszültségváltók primer csillagpontja a generátor csillagpontjához van bekötve. Megjegyzendő, hogy ehhez az összeköttetéshez nagyfeszültségű kábelt kell alkalmazni, amely a testzárlatkor keletkező feszültségemelkedést kibírja.



2-1. ábra. Bekötési ábra. A feszültségváltók primer csillagpontja a generátor csillagpontjához csatlakozik



A 2-2. ábra mutatja a funkció bekötését, ha a feszültségváltók primer csillagpontja földelve van.



2-2. ábra. Bekötési ábra. A feszültségváltók primer csillagpontja földelve van

## 3 Paraméter beállítások

### 3.1 A feszültség bemeneti modul beállítása

A nyitott delta és a csillagpont feszültségét a 2-1. és a 2-2. ábra szerint kell bekötni. A paraméterek beállítását a 3-1. táblázat magyarázza.

Paraméter elnevezése	Választás	Magyarázat
Tartomány	100 V	A paramétert a feszültségváltó névleges szekunder feszültségének megfelelően kell beállítani. Ez lehet 100 V (mint ebben a példában), vagy 200 V. Az on-line kijelzett érték százalékban erre a feszültségre vonatkozik.
U1-3 hozzárendelés	–	Ez a paraméter rejtett, beállítás nem szükséges.
U4 hozzárendelés	–	Ez a paraméter rejtett, beállítás nem szükséges.
U1-3 polaritás	Normál	A 2-1. és a 2-2. ábra mutatja a feszültségváltó normál bekötését, azaz a megjelölt (•) fázisvezeték az 1 kapocsra van kötve (a beállítás "Fordított", ha a bekötés fordított).
U4 polaritás	Normál	A 2-1. és a 2-2. ábra mutatja a feszültségváltó normál bekötését, azaz a megjelölt (•) fázisvezeték az 1 kapocsra van kötve (a beállítás "Fordított", ha a bekötés fordított).
FV korrekció	–	Ez a paraméter rejtett, beállítás nem szükséges.
U1-3 primer névleges	15.75	A paramétert a feszültségváltó primer névleges értékére kell beállítani. Ez a paraméter csak az on-line kijelzett értékek skálázásához szükséges.
U4 primer névleges	15.75	A paramétert a feszültségváltó primer névleges értékére kell beállítani. Ez a paraméter csak az on-line kijelzett értékek skálázásához szükséges.

3-1. táblázat. A feszültség bemeneti funkció paramétereinek magyarázata

Ezeket a beállításokat a VT4 modul paraméter-ablaka jelzi ki.

[-] FV4 modul Uo				
	Készülékben	Új érték		
Tartomány	100V	100V ▼		
U1-3 polaritás	Normál	Normál ▼		
U4 polaritás	Normál	Normál ▼		
U1-3 primer névleges	15.75	15.75	kV	(1.00 - 1000.00 / 0.01)
U4 primer névleges	15.75	15.75	kV	(1.00 - 1000.00 / 0.01)

3-1. ábra. A feszültség bemeneti funkció paramétereit.

### 3.2 A feszültségváltó csillagpont-bekötésének paramétere

A generátor kapcsaihoz beépített feszültségváltó csillagpontjának csatlakoztatása meghatározza, hogy az  $U_d$  vagy az  $U_{dcs}$  feszültség közül melyiket lehet közvetlenül mérni. Az „Üzem mód” paraméter helyes beállítása alapvetően befolyásolja a védelmi funkció korrekt működését. Ha az elrendezés a 2-1. ábra szerinti, azaz a feszültségváltó primer csillagpontja össze van kötve a generátor csillagpontjával, akkor a paraméter helyes beállítása „Üzem mód =  $U_{cs} - U_{dcs}$ ”. Ha az elrendezés a 2-2. ábra szerinti, azaz a feszültségváltók primer csillagpontja le van földelve, akkor a paraméter helyes beállítása „Üzem mód =  $U_{cs} - U_d$ ”.

Paraméter elnevezése	Választás	Magyarázat
Üzem mód	Kikapcsolva $U_{cs} - U_{dcs}$ $U_{cs} - U_d$	„Kikapcsolva” beállítás bénítja a funkció működését. A helyes beállítást az előzőekben ismertetett módon kell kiválasztani.

3-2. táblázat. Az Üzem mód paraméter beállításai

### 3.3 A csillagponti és a nyitott delta feszültség összehangolása

A funkció korrekt működésének feltétele, hogy a két oldal feszültsége össze legyen hangolva, azaz ugyanaz a primer feszültség ugyanazt a szekunder feszültséget szolgáltatassa.

Példa:

A szokásos választás a következő:

A csillagponti feszültségváltó  $15,75/\sqrt{3}/100$ , azaz ha a primer oldal zérus sorrendű feszültsége a névleges fázisfeszültség, akkor a mért érték 100 V. A korrekciós tényező 1,00.

A generátor kivezetés-oldali feszültségváltója  $15,75/\sqrt{3} / 100/\sqrt{3} / 100/3$ , azaz ha a primer oldal zérus sorrendű feszültsége a névleges fázisfeszültség, akkor a nyitott delta a három 100/3 tekercse éppen 100 V-ot mér. A korrekciós tényező tehát itt is 1,00.

Másik példa:

A csillagponti feszültségváltó  $15,75/\sqrt{3} / 240/\sqrt{3}$ , azaz ha a primer oldal zérus sorrendű feszültsége a névleges fázisfeszültség, akkor a mért érték 138 V.

A generátor kivezetés-oldali feszültségváltója  $15,75/\sqrt{3} / 100/\sqrt{3} / 100/\sqrt{3}$ , azaz ha a primer oldal zérus sorrendű feszültsége a névleges fázisfeszültség, akkor a nyitott delta a három 100/3 tekercse éppen 173 V-ot mér.

A második példában a helyes beállítást a 3-3. táblázat mutatja.

Paraméter elnevezése	Választás	Magyarázat
$U_{cs}$ FV korrekció	1,38	Lásd a fenti számítást
$U_d/U_{dcs}$ FV korrekció	1,73	Lásd a fenti számítást

3-3. táblázat. A korrekciós tényező kiválasztása

A megadott korrekciós tényezőt alkalmazva az eltérő primer viszonyok ellenére a funkció algoritmusának feszültség-bemenetei azonosak lesznek.

## 4 A 150 Hz-es feszültség-differenciálvédelmi funkció kiegyenlítése

### 4.1 A kiegyenlítés (nullázás) módja

Az indukált 150 Hz-es feszültség a generátor terhelési állapotával folyamatosan változik. Tapasztalat szerint azonban a csillagponti és a kivezetési, a nyitott deltán mérhető harmadik harmonikus zérus sorrendű feszültség aránya gyakorlatilag nem változik (a viszonylag kis mértékű eltérés paraméter beállítással kivédhető: „Előjelző fok. megszólalás” és „Kioldó fok. megszólalás”).

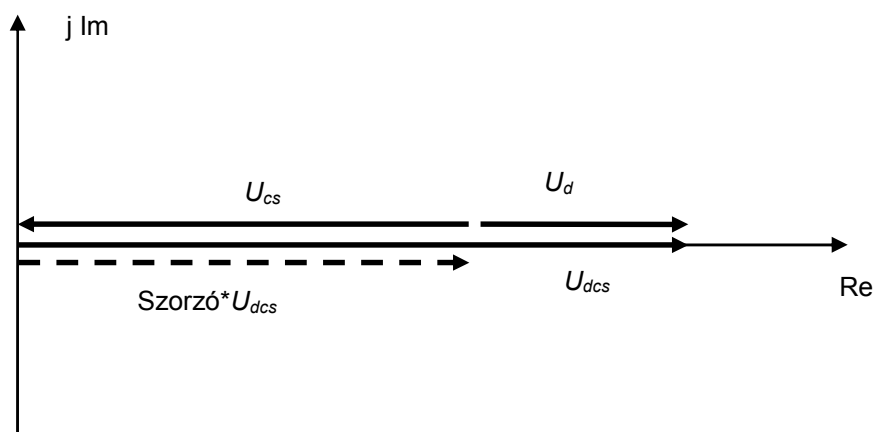
Az algoritmus ténylegesen az  $U_{cs}$ -t (csillagponti 150 Hz-es összetevő) és az  $U_{dcs}$ -t (a teljes 150 Hz-es indukált feszültség) használja fel az összehasonlításhoz. Ezért ennek a két feszültségnek illeszkedni kell egymáshoz. Ezt nevezzük a kiegyenlítés folyamatának.

A kiegyenlítés beállításához a „Működési mód” paramétert „Nullázás” értékre kell beállítani. Az illesztés befejezése után nem szabad elfelejteni a paramétert visszaállítani „Normál” értékre.

A védelmi funkció „Nullázás” állásban nem hoz létre kioldó parancsot. A készülék előlapján lévő (I) és (O) nyomógombok lépésről lépésre segítenek a paraméterek beállításában, és ellenőrzik a paraméter-változtatás hatásosságát. A kiegyenlítés folyamatát ez a fejezet írja le.

### 4.2 A kiegyenlítés folyamata csillagponti ellenállás nélkül

Ha csillagponti földelő ellenállást nem alkalmaznak, a vektorábra megismételve a 4-1. ábrán látható.



4-1. ábra. Harmadik harmonikus vektorábra csillagponti ellenállás nélkül

A „Szorzó\* $U_{dcs}$ ” szaggatott vektor mutatja a kiegyenlített állapotot:

$$dU_{null} = U_{cs} + Szorzo * U_{dcs} = 0$$

Ha lehetséges, a következő lépéseket kb.  $0,5 \cdot P_n$  és  $0,5 \cdot Q_n$  terhelésnél célszerű elvégezni (ebben a terhelési állapotban elvégzett kiegyenlítés tapasztalat szerint más terhelési állapotban is csak optimális mérési hibát eredményez).

#### 1. Be kell állítani a paraméter ablakban a következőket:

- „Működési mód = Nullázás”
- A fázisforgató paramétert a lehető legkisebb értékre kell állítani „Forgatás = 1” Ezt azért kell így beállítani, mert  $U_{cs}$  és  $U_{dcs}$  feszültségek azonos egyenesen vannak, így a kiegyenlítéshez fázisforgatásra nincs szükség. Ebben az esetben a „Szorzó” paraméter beállítását kell meghatározni.

## 2. Ki kell nyitni a „150 Hz testzárlatvédelem” on-line ablakát (lásd a 4-2. ábrát).

[-] 150 Hz testzárlatvédelem		
dU A állapotban	0.202	%
dUnull A állapotban	0.000	%
Szorzó A állapotban	0.598	
Szög A állapotban	179	fok
Forgatás A állapotban	1	
dU B állapotban	0.202	%
dUnull B állapotban	0.000	%
Szorzó B állapotban	0.598	
Szög B állapotban	179	fok
Forgatás B állapotban	1	
B állapot	<input type="checkbox"/>	
Előjelző fok. megszólalás	<input checked="" type="checkbox"/>	
Előjelzés	<input type="checkbox"/>	
Kioldó fok. megszólalás	<input type="checkbox"/>	
Kioldás	<input type="checkbox"/>	
Nullázás	<input checked="" type="checkbox"/>	

4-2. ábra. On-line ablak kiegyenlítés előtt (nincs csillagponti földelő ellenállás)

Ellenőrizni kell:

- „Nullázás”-nál a pipa szerepel-e. Ez azt jelenti, hogy a működési mód a nullázás, tehát a kioldó parancs bénított.
- „Forgatás = 1”. Ez azt jelenti, hogy nincs fázisforgatás, így ez a paraméter beállítás helyes.
- Kiegyenlítetlen állapotban a dU értéke nem nulla. A szükséges „Szorzó” paraméter értéket az algoritmus kiszámolja, és kiírja az on-line ablakban. Itt ez „Szorzó”= 0,598” (lásd a 4-2. ábrát). Ezzel a paraméterértékkel elérhető, hogy dUnull értéke zérus legyen.
- A szükséges érték ebben a példában 0,598, ezt fel kell írni.

## 3. A paraméter ablakban be kell állítani „Szorzó”= 0,598” értéket (lásd a 4-3. ábrát).

[-] 150 Hz testzárlatvédelem				
	Készülékben	Új érték		
Üzem mód	Ucs-Ud	Ucs-Ud	▼	
Működési mód	Nullázás	Nullázás	▼	
Ucs FV korrekció	1.000	1.000		(0.100 - 10.000 / 0.001)
Ud/Udcs FV korrekció	1.000	1.000		(0.100 - 10.000 / 0.001)
Forgatás A állapotban	1	1		(1 - 1024 / 1)
<b>Szorzó A állapotban</b>	1.000	0.598		<b>(0.100 - 10.000 / 0.001)</b>
Forgatás B állapotban	1	1		(1 - 1024 / 1)
Szorzó B állapotban	1.000	1.000		(0.100 - 10.000 / 0.001)
Előjelző fok. megszólalás	20	20	%*0.01	(10 - 500 / 1)
Előjelzés késleltetés	100	100	msec	(0 - 60000 / 1)
Kioldó fok. megszólalás	50	50	%*0.01	(10 - 500 / 1)
Kioldás késleltetés	100	100	msec	(0 - 60000 / 1)

4-3. ábra. Paraméter ablak kiegyenlítés előtt (nincs csillagponti földelő ellenállás)

#### 4. Az on-line ablakot újból ellenőrizni kell.

[-] 150 Hz testzárlatvédelem		
dU A állapotban	0.000	%
dUnull A állapotban	0.000	%
Szorzó A állapotban	0.598	
Szög A állapotban	179	fok
Forgatás A állapotban	1	
dU B állapotban	0.202	%
dUnull B állapotban	0.000	%
Szorzó B állapotban	0.598	
Szög B állapotban	179	fok
Forgatás B állapotban	1	
B állapot	<input type="checkbox"/>	
Előjelző fok. megszólalás	<input type="checkbox"/>	
Előjelzés	<input type="checkbox"/>	
Kioldó fok. megszólalás	<input type="checkbox"/>	
Kioldás	<input type="checkbox"/>	
Nullázás	<input checked="" type="checkbox"/>	

4-4. ábra. Az on-line ablak kiegyenlítés után (nincs csillagponti földelő ellenállás)

A mért dU = 0,000, a kiegyenlítés rendben.

Az összes paraméter beállítása után nem szabad elfelejteni visszaállítani: „Működési mód Normál”.

A készülék helyi kijelzője szintén segíti a kiegyenlítés műveletét. A 4-5. ábra mutatja kiegyenlítés előtt a készülék on-line ablakát.



4-5. ábra. On-line ablak kiegyenlítés előtt (nincs csillagponti földelő ellenállás)

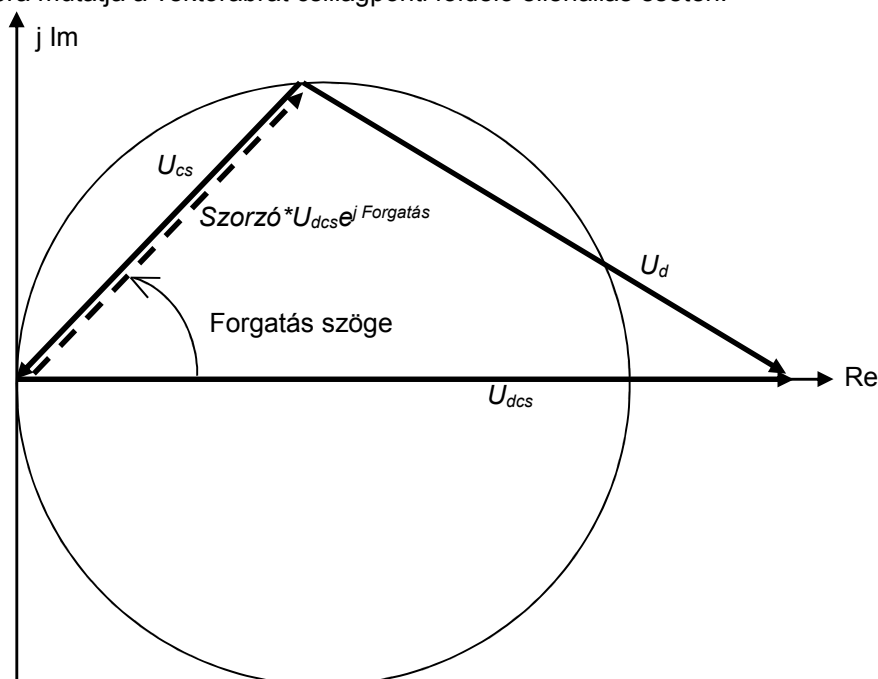
A 4-6. ábra mutatja a mért dU értéket sikeres kiegyenlítés után, az érték dU = 0,000.



4-6. ábra. On-line ablak kiegyenlítés után (nincs csillagponti földelő ellenállás)

### 4.3 A kiegyenlítés folyamata csillagponti ellenállással

A 4-7. ábra mutatja a vektorábrát csillagponti földelő ellenállás esetén.



4-7. ábra. Harmadik harmonikus vektorábra csillagponti földelő ellenállás esetén

A szaggatott vektor „ $Szorzó * U_{dcs} e^{j Forgatas}$ ” megmutatja a kívánt kiegyenlített állapotot:

$$dUnull = U_{cs} + Szorzo * U_{dcs} * e^{j Forgatas} = 0$$

Ha lehetséges, a következő lépéseket kb.  $0,5 * P_n$  és  $0,5 * Q_n$  terhelésnél célszerű elvégezni (ebben a terhelési állapotban elvégzett kiegyenlítés tapasztalat szerint más terhelési állapotban is csak optimális mérési hibát eredményez).

**1. Be kell állítani a paraméter ablakban a következőket:**

- „Működési mód = Nullázás”

**2. Ki kell nyitni a „150 Hz testzárlatvédelem” védelmi funkció on-line ablakát. Kiegyenlítetlen állapotban a dU értéke nem nulla. (lásd a 4-8. ábrát).**

[-] 150 Hz testzárlatvédelem		
dU A állapotban	0.624	%
dUnull A állapotban	0.347	%
Szorzó A állapotban	0.343	
Szög A állapotban	-159	fok
Forgatás A állapotban	1	
dU B állapotban	0.624	%
dUnull B állapotban	0.347	%
Szorzó B állapotban	0.343	
Szög B állapotban	-159	fok
Forgatás B állapotban	1	
B állapot	<input type="checkbox"/>	
Előjelző fok. megszólalás	<input checked="" type="checkbox"/>	
Előjelzés	<input type="checkbox"/>	
Kioldó fok. megszólalás	<input checked="" type="checkbox"/>	
Kioldás	<input type="checkbox"/>	
Nullázás	<input checked="" type="checkbox"/>	

4-8. ábra. On-line ablak kiegyenlítés előtt (csillagponti földelő ellenállással)

Ellenőrzés:

- „Nullázás”-nál pipa szerepel-e. Ez azt jelenti, hogy a működési mód a nullázás, tehát a kioldó parancs bénított.
- Kiegyenlítetlen állapotban dU nem nulla, mert a szögforgatás és a szorzó nem megfelelő.

### 3. A szögforgatás kiegyenlítése a következőképpen történik:

Emelni vagy csökkenteni kell a „Forgatás” paramétert a készülék előlapján lévő két nyomógommbal. Figyelní kell a „dUnull” értékét az ablakban. Jó irányban való forgatásnál ez az érték csökken. Meg kell jegyezni, hogy a lépések viszonylag kicsik, hogy nagy pontosságot lehessen elérni. Az előlapon lévő X nyomógomb segítségével a „Kiegyenlítés állapot”-ban át lehet váltani 1x és 10x lépésre. Továbbá az eljárás gyorsabban befejeződik, ha a „Forgatás” indulási szöge reális értékre van állítva. (A fázisforgatás 1 ... 1024 között állítható a „Forgatás” paraméterrel, 512 alapértelmezésnek megfelelő indulási értékkel célszerű próbálkozni).

A 4-9. ábra mutatja az állapotot a helyes fázisforgatás beállítása előtt. A szög 180 fok.

A 4-10. ábra mutatja ugyanazt helyes fázisforgatással. A szög -179 fok. Mindkét esetben dUnull = 0,000.



[-] 150 Hz testzárlatvédelem		
dU A állapotban	0.373	%
dUnull A állapotban	0.000	%
Szorzó A állapotban	0.364	
Szög A állapotban	180	fok
Forgatás A állapotban	322	
dU B állapotban	0.624	%
dUnull B állapotban	0.347	%
Szorzó B állapotban	0.343	
Szög B állapotban	-159	fok
Forgatás B állapotban	1	
B állapot	<input type="checkbox"/>	
Előjelző fok. megszólalás	<input checked="" type="checkbox"/>	
Előjelzés	<input type="checkbox"/>	
Kioldó fok. megszólalás	<input type="checkbox"/>	
Kioldás	<input type="checkbox"/>	
Nullázás	<input checked="" type="checkbox"/>	

4-9. ábra. On-line ablak, amikor fázisforgatással nincs kiegyenlítés (csillagponti földelő ellenállással)

[-] 150 Hz testzárlatvédelem		
dU A állapotban	0.370	%
dUnull A állapotban	0.000	%
Szorzó A állapotban	0.364	
Szög A állapotban	-179	fok
Forgatás A állapotban	322	
dU B állapotban	0.622	%
dUnull B állapotban	0.347	%
Szorzó B állapotban	0.343	
Szög B állapotban	-159	fok
Forgatás B állapotban	1	
B állapot	<input type="checkbox"/>	
Előjelző fok. megszólalás	<input checked="" type="checkbox"/>	
Előjelzés	<input type="checkbox"/>	
Kioldó fok. megszólalás	<input type="checkbox"/>	
Kioldás	<input type="checkbox"/>	
Nullázás	<input checked="" type="checkbox"/>	

4-10. ábra. On-line ablak, amikor a kiegyenlítés fázisforgatással megtörtént (csillagponti földelő ellenállással)

4. Ez az állapot, amikor dUnull = 0, a példában a szükséges paraméterek: „Forgatás = 322”, és „Szorzó = 0,364”. Ki kell írni mindkét értéket.

5. A „150 Hz testzárlatvédelem” funkció paraméterablakában be kell állítani: „Forgatás = 322”, és „Szorzó = 0,364”. Az eredményt mutatja a 4-11. ábra.

[-] 150 Hz testzárlatvédelem		
dU A állapotban	0.000	%
dUnull A állapotban	0.000	%
Szorzó A állapotban	0.364	
Szög A állapotban	179	fok
Forgatás A állapotban	322	
dU B állapotban	0.627	%
dUnull B állapotban	0.347	%
Szorzó B állapotban	0.343	
Szög B állapotban	-159	fok
Forgatás B állapotban	1	
B állapot	<input type="checkbox"/>	
Előjelző fok. megszólalás	<input type="checkbox"/>	
Előjelzés	<input type="checkbox"/>	
Kioldó fok. megszólalás	<input type="checkbox"/>	
Kioldás	<input type="checkbox"/>	
Nullázás	<input checked="" type="checkbox"/>	

4-11. ábra. On-line ablak, amikor a funkció ki van egyenlítve (csillagponti földelő ellenállással)

A mért dU = 0,000, a kiegyenlítés helyes.

Az összes paraméter beállítása után nem szabad elfelejteni visszaállítani: „Működési mód Normál”.

A készülék helyi kijelzője szintén segíti a kiegyenlítés műveletét. A 4-12. ábra mutatja kiegyenlítés folyamán a készülék on-line ablakát. Az ablakot görgetni kell. Ez az ábra megmutatja a fázisforgatást kiegyenlítés utáni állapotban és a helyes szorzót kiegyenlítés előtti/utáni állapotban

150 Hz testzárlatvédelem

dU A állapotban  
0.370%

dUnull A állapotban  
0.000%

Szorzó A állapotban  
0.364

Szög A állapotban  
180 fok

Vissza

150 Hz testzárlatvédelem

dUnull A állap...  
0.000%

Szorzó A állapotban  
0.364

Szög A állapotban  
180 fok

Forgatás A áll...  
322

Vissza

4-12. ábra. On-line ablak a kiegyenlítés folyamán (csillagponti földelő ellenállással)

## 4.4 A kiegyenlítés generátorszintű megszakító esetén

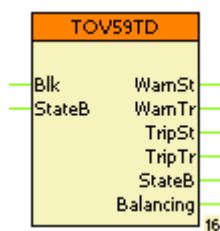
A generátorszintű megszakító kikapcsolásával leválik az egységtranszformátor, és ha van, a segédüzemi transzformátor földhöz képesti kapacitása. Ezért két üzemi állapot létezik, egyik az „A állapot”, amikor a megszakító nyitva van (nincs terhelés), másik a „B állapot”, amikor a megszakító be van kapcsolva.

A 4.2 fejezet a kiegyenlítési folyamat csillagponti földelő ellenállás nélküli konfiguráció kiegyenlítési teendőit írja le, míg a 4.3 fejezet a folyamatot csillagponti földelő ellenállás alkalmazása esetét ismerteti. Ezeket a műveleteket mindkét fenti üzemállapotra el kell végezni.

A generátorszintű megszakítót kiszolgáló konfiguráció esetén két paramétert kell beállítani a forgatáshoz és kettőt a nagyság-illesztéshez. Ezek: „Forgatás A állapotban” és „Forgatás B állapotban”, illetve „Szorzó A állapotban” és „Szorzó B állapotban”.

A funkcióblokk tartalmaz egy „B állapot” (StateB) bináris bemenetet. Ez a bemenet választja ki az egyik paraméter-készletet. A kijelzett értékek is csak az aktuális állapotra vonatkoznak.

Ha a bináris bemeneten aktív jel van, akkor a „B állapot” paraméterei érvényesülnek. Ezt a bemenetet be kell programozni az egyenletszerkesztővel, ha generátorszintű megszakító alkalmazásra kerül. Jó programozás például, hogy az input állásjelzést fogadjon a megszakító segédérintkezőjéről.



4-13. ábra. A harmadik harmonikus feszültség differenciálvédelem funkcióblokkja

## 4.5 A megszólalási értékek és a késleltetések beállítása

A harmadik harmonikus feszültség differenciálvédelmi funkció ellenőrzi a dU értékét, amelyet a következőképpen számol:

$$dU = U_{cs} + Szorzo * U_{dcs} * e^{jForgatas}$$

Kiegyenlített állapotban testzárlat nélkül ez az érték közel zérus. Ha nem, akkor azt vagy mérési hiba, vagy testzárlat okozza.

Két megszólalási érték létezik: „Előjelző fok. megszólalás” és „Kioldó fok. megszólalás”. A megfelelő beállításhoz ajánlatos a generátor üzemi állapotában méréseket végezni, és közben célszerű minden lehetséges üzemi és terhelési állapotot beállítani.

Az on-line ablak folyamatosan ellenőrzi dU értékét. Az üzem alatti méréssel meg kell határozni a dU<sub>max</sub> legnagyobb értéket. Az ajánlott beállítás:

$$\text{Előjelző fokozat megszólalási értéke} > 1,5 * dU_{max}$$

és

$$\text{Kioldó fokozat megszólalási értéke} > 2 * dU_{max}$$

A nagy hibahelyi ellenállás miatt szükséges kellő érzékenység elérése érdekében nem célszerű nagy beállítási értéket választani.

A késleltetés áthidalja a tranziens periódusokat, pl. a megszakító működési idejét. A késleltetés paramétereinek beállítását ennek megfelelően kell kiválasztani. A paraméterek:

*Előjelzés késleltetés*

és

*Kioldás késleltetés*

Az összes paraméter beállítása után nem szabad elfelejteni visszaállítani: „*Működési mód: Normál*”.

## 4.6 A funkció működéspróbája

A harmadik harmonikus feszültség differenciálvédelmi funkció működésének ellenőrzésére szolgál a következő módszer.

A módszer feltételezi, hogy a fenti fejezetekben leírt módon korrekt paraméter beállítással a funkció kiegyenlítése megtörtént.

A generátor gerjesztetlen állapotában a generátor csillagpontjába csatlakoztatni kell egy (járulékos) ellenállást, ez testzárlatot szimulál. A gerjesztés lassú emelése mellett a generátor kivezetésének 50 Hz-es feszültségét ellenőrizni kell. Ha a védelmi funkció működik, (jelzés vagy kioldás jön létre), le kell olvasni a feszültség értékét. Ez a feszültség megmutatja a funkció érzékenységét. Ha a mérés teljesül terheletlen állapotban, az a legkritikusabb állapotban is kellő érzékenységet eredményez.

A bemenő feszültségek 30% fölött szándékosan korlátozva vannak. Ez azt jelenti, hogy ezen érték felett az algoritmus a szinuszgörbe alját és tetejét levágja. Ezzel látszólagosan 150Hz-es összetevőt hozunk létre, amire a fokozat akkor is megszólal, ha a primerben meglévő 150 Hz-es összetevő eltolódása ezt még nem indokolná. Ez a vágással létrehozott megszólalás azt eredményezi, hogy a funkció önmagában is 100%-os állórész-testzárlatvédelmet alkot.