



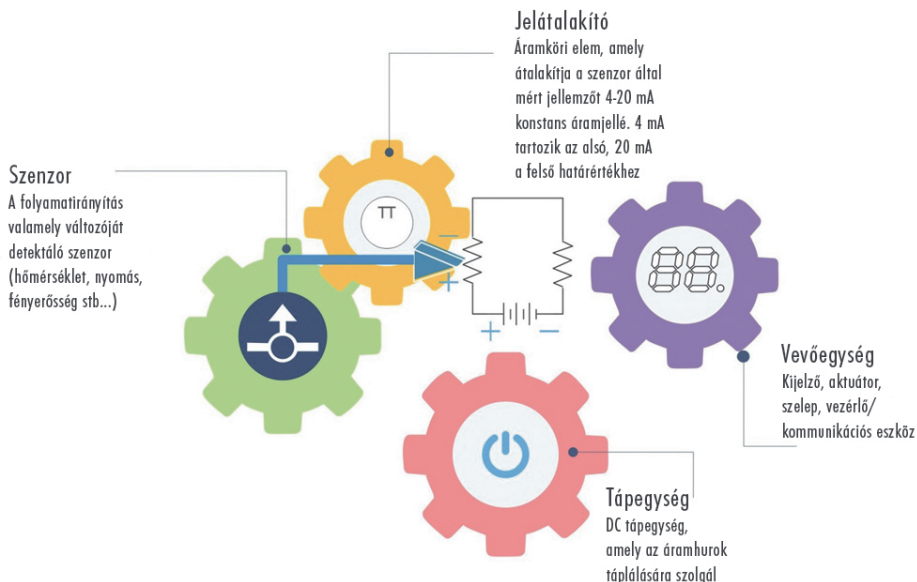
Az iparban használatos szenzorinterfészek (IO-Link, RS485, 4-20 mA stb.) adat- és tápvonalainak védelme

Az előző lapszámban az IoT-eszközök különböző elektronikai technológiáiról szóló minisorozat részeként a túlfeszültség-védelem témáját vizsgáltuk meg egy megbízható technológiával, a tranzien্স szupresszor dióda alkalmazásával, amely támogatja a kisméret-követelményeket, mégis robusztus és zökkenőmentesen képes kezelni a nagy adatátviteli sebességet. A sorozat legújabb részében szeretnénk kiegészíteni ezt a védekezési metodikát az ipari szenzorhálózatokban használható konkrét megoldások bemutatásával.

4-20 mA áramhurok

A 4-20 mA áramhurok az irányítás- és vezérléstechnikában használatos egyik legelemibb és legdominánsabb ipari szabvány a szenzorok folyamatszabályzási körökbe való integrálására. Működése rendkívül egyszerű, elemzésére mindössze az Ohm és a Kirchoff törvények ismerete szükséges. A Kirchoff féle huroktörvény szerint egy áramhurokban az egyes fogyasztókon eső feszültségek és a tápfeszültségek előjeles összege nulla, amíg minden elemen azonos erősségű áram folyik keresztül.

Az egyes elemeket vezeték köti össze, ennek ellenállásán eső feszültség is beleszámít(hat) a teljes hurok összes feszültségesésébe, amelyet a tápegység feszültsége kell, hogy képes legyen kompenzálni. Ennek elsősorban hagyományos 4-20 mA-es nagy kiterjedésű (hosszú vezetékeztést igénylő) hurok esetén van jelentősége. A fent említett jelátalakító feladata, hogy a hurokban futó áramerősséget a szenzor által mért adatokkal arányosan szabályozza 4 és 20 mA közötti értéken. A 4 mA indulóérték jelentősége, hogy a szenzor alsó mérési határához (0 fizikai értékhez) tartozó áramérték jól megkülönböztethető legyen a meghibásodást jellemző áramerősségtől.



1| A 4-20 mA áramhurok részei: a szenzor méri a folyamatjellemzőt; a jelátalakító arányosan 4-20 mA DC elektronikus jellé fordítja le ezt, és szabályozza a hurok áramerősségét; a vevőegység pedig kijelzi, feldolgozza vagy továbbítja az adatot

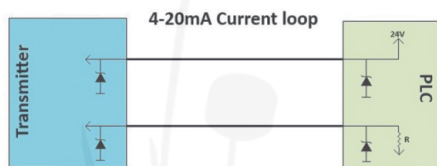
A hurok szakadása esetén ez az érték 0 mA, ha a szenzor alsó mérési határához is ezt az áramértéket párosítanánk, akkor nem tudnánk felismerni a vezetékszakadást, így logikusabb a jelátalakítónak egy nullánál nagyobb értéket szolgáltatnia alsó méréshatáron is.

Végül a hurok egy pontján szükséges beiktatni egy olyan vevőegységet, ami a 4-20 mA detektálásával képes visszaszámolni a szenzor által mért fizikai jellemző értékét és kijelezni, továbbítani, vagy másképpen felhasználni azt. (1. ábra)

A 4-20 mA áramhurok számos előnnyel rendelkezik a folyamatszabályozásban használt más szabványokkal szemben, hiszen egyszerű a felépítése, az áramjel nem csökken a távolság függvényében (ellentétben a feszültséggel), kevés vezetékezés szükséges hozzá, valamint nem különösebben érzékeny az elektromágneses interferenciára sem. Mivel 4 mA áramerősség-érték tartozik a 0%-os szenzorkimenethez, könnyű a hurok szakadásából eredő hibát detektálni. A rendszer hátránya, hogy egyetlen folyamatváltozó mérésére van lehetőség hurkonként, azaz több párhuzamos mennyiség detektálásánál nő

a vezetékezési igény, ami esetleges földhurkok kialakulásához vezethet nem kielégítő izoláció esetén. A fentiek teszik a 4-20 mA-es kommunikációs protokollt az analóg jelátvitel egyik legnépszerűbb szabványává. A méréshez alkalmazott adatkommunikációhoz általában hosszú vezetékekre van szükség, amelyek nagyon kitettek a tranziens-túlfeszültség káros hatásainak, ezért a 4-20 mA-es rendszer védelmére a hurokba mindig túlfeszültségvédő eszközt kell elhelyezni.

A TVS diódás megoldás az előző részben említett okokból általában a legmegfelelőbb választás, és a javasolt elrendezés a 2. ábrán látható. A ProTek PSM36A eszköze jó választás erre a feladatra, hiszen ezt az SMT tranziensfeszültség-csökkentő (TVS) eszközt a táp- vagy adatvonali alkalmazások védelmére tervezték; ideális a mi alkalmazásunkban is.



2/A 4-20 mA áramhurok túlfeszültségvédelmi mechanizmusa ProTek PSM36A TVS diódákkal. Ez az eszköz védelmet nyújt az ESD, a harmadlagos villámlás és a kapcsolási tranziensek ellen is

Megfelelés:

- IEC 61000-4-2 (ESD): levegő ± 30 kV, kontaktus ± 30 kV
- IEC 61000-4-4 (EFT): 40 A, 5/50 ns
- IEC 61000-4-5 (Surge): 24 A, 8/20 μ s, 2. osztály, 1 kV, Req= 42 Ohm

Megoldás:

- 2 $\times$ PSM36A eszköz terepi távadóhoz
- 2 $\times$ PSM36A eszköz a PLC-hez
- Üzemi feszültség VWM: 36 V
- Letörési feszültség V(BR) min.: 39 V @ 1 mA
- SOT23 tokozás

Egy másik lehetséges megoldás a ProTek 420E sorozat, utólagosan beépíthető védőeszköz használata (3. ábra). Ez egy kétfokozatú tranziensfeszültség-védő, amely elsődleges és másodlagos védelmet nyújt villámlás, induktív kapcsolás és elektrosztatikus kisülés (ESD) tranziensveszélyei ellen. Az első fokozat a tranziensáramot a földelésen keresztül vezeti le, a második fokozat pedig biztonságos szinten rögzíti a védendő eszközre jutó feszültséget a működés megszakítása nélkül. A 420E sorozatot úgy tervezték, hogy megvédje a 4-20 mA-es analóg vezérlőhurokot a differenciális (vonal-vonal) és közös módú (vonal-föld) tranziensekkel szemben. Mind a vonali, mind pedig a berendezésoldali fázisvezetékre való csatlakozáshoz külön terminál szolgál, a

harmadik csatlakozó pedig a földelés. A modulon belül a két vonali csatlakozás egy TVS diódán keresztül kapcsolódik a differenciál üzemmódú védelem érdekében. Ez a termék telefon-, jel-/adatvonalakon, biztonsági, időzíti és vezérlőinterfész áramkörökön is használható.



3| A 4-20 mA vonal utólagos védelme 420E eszközzel

Jellemzői:

- Kompatibilis az IEC 61000-4-2 (ESD) szabvánnyal: levegő ± 15 kV, kontaktus ± 8 kV

- Kompatibilis az IEC 61000-4-4 (EFT) szabvánnyal: 40 A – 5/50 ns
- Kompatibilis az IEC 61000-4-5 (Surge) szabvánnyal: 95 A, 8/20 μ s, 4-es szint (vonál-föld) és 48 A, 4-es szint (vonál-vonál)
- 4-20 mA-es áramhurokhoz tervezve
- Automatikus visszaállítás – nem szakítja meg a szolgáltatást
- Állandó kétlépcsős vonalpárvédelem
- Közös és differenciális módú védelem
- Szub-nanoszekundumos válaszü
- Hatékony védelem villámlás, induktív kapcsolás és ESD ellen

IO-Link szabvány

Az IO-Link egy globális, nyílt szabványú protokoll ipari kommunikációs hálózatokhoz. Kétirányú adatcserét tesz lehetővé egy mestereszköz, az aktuátorok és érzékelők között. Az IO-Link az Ipar 4.0 alaptechnológiája, amely digitális kommunikációs hálózatot biztosít. Ez a rendszer pontosabb adatok gyűjtését teszi lehetővé a gépekből, mivel közvetlenül a nyers érzékelőértékeket továbbítja. Ezenkívül megszünteti az analóg jelek skálázásának szükségességét, így egyszerűsíti az ipari folyamatok digitalizálását. Az IO-Link digitális, kétirányú, pont-pont interfésze szinte bármilyen automatizált rendszerbe integrálható. Ennek eredményeként egy 100%-ban digitális útvonal jön létre a PLC és a terepen elhelyezett érzékelő

között. A fieldbus rendszerrel ellentétben az IO-Link egyszerű pont-pont kommunikációs módszert használ hagyományos 3-vezetékes érzékelő- és aktuátorcsatlakozásokkal. Vezetékes vagy vezeték nélküli konfigurációk alkalmazásával ez a technológia képes leküzdeni az integrációs kihívásokat, és lehetővé teszi az eszközök számára, hogy zökkenőmentesen osszák meg a gazdagított adatokat. Az IO-Link master egy hagyományos analóg bemeneti kártyát helyettesít digitális kommunikációs útvonallal a master és az eszköz között. Egyetlen masterhez akár 8 IO-Link eszköz, például érzékelők, szelepek és I/O modulok csatlakoztathatók a master konfigurációjától függően. A master továbbítja a gépadatokat, folyamatparamétereket és diagnosztikai információkat egy PLC vezérlőhöz vagy közvetlenül egy magasabb szintű IIoT irányítórendszerhez. Az IO-Link az egész ipari gyártási folyamatot stresszmentessé és hibamentessé tette. Az IO-Link adó-vevők integrált áramköreinek igen zord gyári környezetben is működniük kell. Az IO-Link eszközöket szükség esetén működés közben is be kell dugni és ki kell húzni a mestereszközből. Ezek a működési sajátosságok erősen kiteszik az elektronikát a tranziensfeszültség-tüskék támadásának, mint például elektrosztatikus kisülés (ESD), amelyek rövid ideig akár több ezer voltos

túlfeszültséggel járnak potenciálisan károsítva az adó-vevőket. Hagyományosan a tranziens szupresszor (TVS) diódák védik az IO-Link portokat és adó-vevőket az ESD fenyegetésektől azáltal, hogy levágják az ESD csúcsot és elterelik a magas áramokat a porttól.

Az IO-Link eszközök szabványos 3-vezetékes vagy 4-vezetékes csatlakozóportokat használnak. Egy feszültségtranzienst során az IO-Link port minden csatlakozójának el kell viselnie mind a pozitív, mind a negatív polaritású feszültséglökéseket. Gondos tesztelés szükséges a csatlakozó bármely két tűje között, emellett a védelemnek meg kell felelni a szabványok előírásainak, mint pl. az IEC 61000-4-2 az ESD, az IEC 61000-4-4 a burst/EFT, és az IEC 61000-4-5 a Surge követelményekre vonatkozóan. Az esetek nagy részében a leglényegesebb elvárás a kis, kompakt méret a helytakarékoság érdekében. Az áramkörvédelem eszközeit úgy kell kiválasztani, hogy a bemeneti feszültség túrése ~15%-os legyen, tehát egy 24 V-os alkalmazásnál, mint az IO-Link, egy 33 V-os védelmi eszköz a megfelelő, amelynek letörési feszültsége kb. 35 V és maximum 40-45 V-ra korlátozza tranziensfeszültség megjelenésekor a védendő eszközre jutó feszültséget. Ilyen eszköz a ProTek Devices DFN6-36 eszköze, ahol az integrált TVS dióda megoldás egyetlen eszközzel védi a DC tápellátási és az érzékelő kommunikációs

vonalakat a tranziensúltesfeszültség-eseményekkel szemben (4. ábra).

Megfelelés:

- IEC 61000-4-2 (ESD) levegő ± 15 kV, kontaktus ± 8 kV
- IEC 61000-4-4 (EFT) 40 A, 5/50 ns
- IEC 61000-4-5 (Surge) Másodlagos villám 6 A @ 8/20 μ s

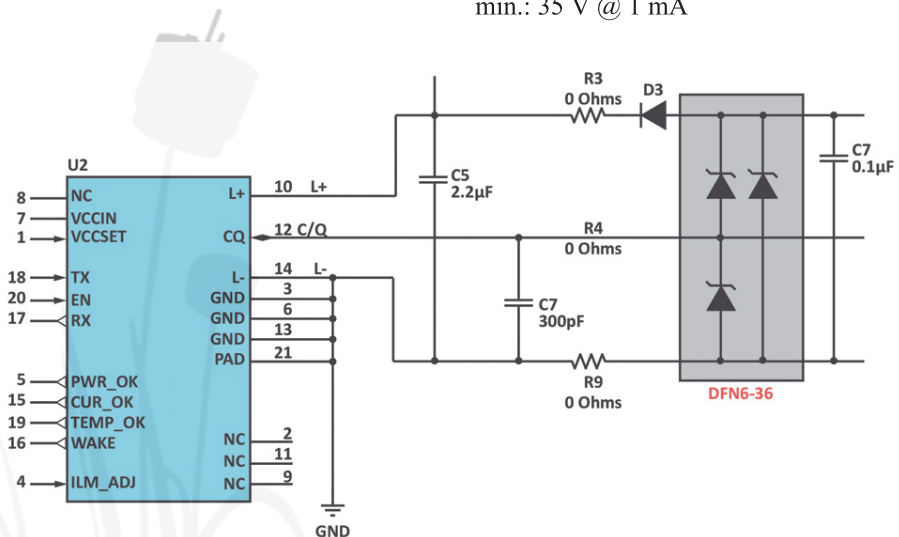
Megoldás:

- 1 $\times$ DFN6-36
- Üzemi feszültség (tartálékkal) VWM: 33 V
- Minimális letörési feszültség V(BR) min.: 35 V @ 1 mA
- DFN-6 tokozás

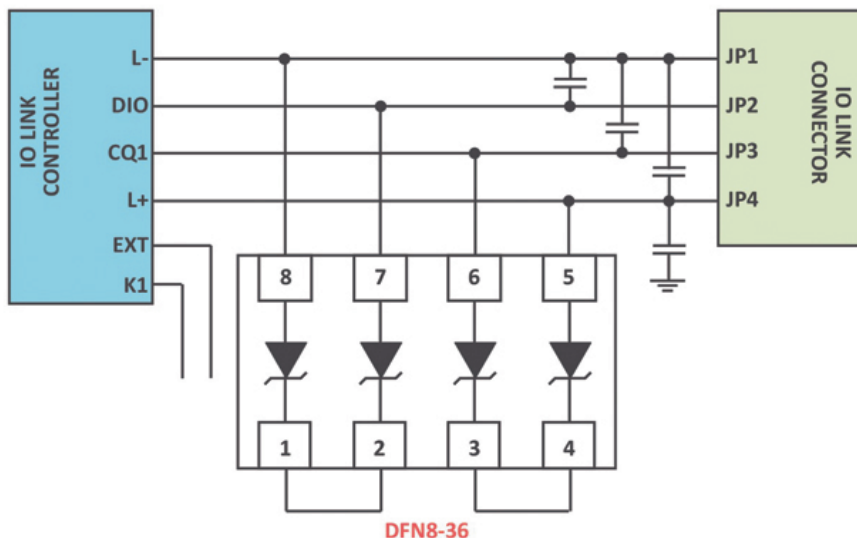
Egy másik IO-Link controller védelmére szolgáló túlfeszültségvédelmi megoldás a DFN8-36 eszköz, amelynél hasonlóan a DFN6-36 eszközhöz, az integrált TVS dióda megoldás egyetlen eszközzel védi a DC tápellátási és az érzékelőkommunikációs vonalakat a tranziensúltesfeszültség-eseményekkel szemben (5. ábra).

Szabványmegfelelőség:

- IEC 61000-4-2 (ESD) levegő ± 15 kV, kontaktus ± 8 kV
- IEC 61000-4-4 (EFT) 40 A, 5/50 ns
- IEC 61000-4-5 (Surge) Másodlagos villám 6 A @ 8/20 μ s
- 1 $\times$ DFN8-36
- Üzemi feszültség VWM: 33 V
- Minimális letörési feszültség V(BR) min.: 35 V @ 1 mA



4) IO-Link-védelem DFN6-36 eszközzel



5| IO-Link-védelem DFN8-36 eszközzel

- Tranziens során a védett eszközre jutó feszültség: <45 V @ 2 A, 8/20 µs
- Szivárgási áram <0,5 µA @ 33 V
- Tipikus kapacitás: 50 pF
- DFN-8 tokozás

A PDFN2-32 és a PDFN3-32 24 voltos érzékelők védelmére szolgál gyártósori automatizálási érzékelőalkalmazásokban. Ez a készülék kapcsolási tranziensek ellen védelmet nyújt, valamint megfelel az IEC 61000-4-2, IEC 61000-4-4 és IEC 61000-4-5 szabványoknak. A DFN2020-3 tokozásban elérhető eszközök kiváló megoldások olyan esetekben, ahol a nyomtatott áramkör mérete folytán kevés a rendelkezésre álló hely. (6. ábra).

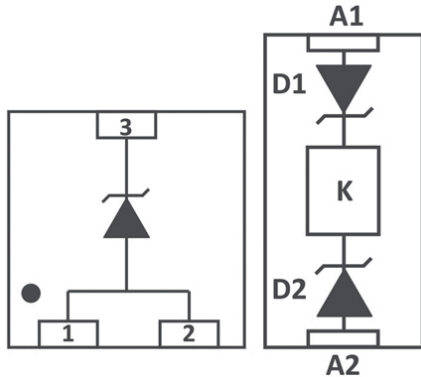
Alkalmazások:

- IEC 61000-4-2 (ESD): levegő ±15 kV, kontaktus ±8 kV
- IEC 61000-4-4 (EFT): 40 A, 5/50 ns
- IEC 61000-4-5 (Surge): 40 A, 8/20 µs
- Kompatibilis az 1., 2., 3. típusú logikai bemenettel rendelkező interfészekkel IEC 61131-2
- Dupla dióda a kapcsolási tranziens és a fordított bekötés elleni védelemhez
- Minimális letörési feszültség V(BR) min.: 34 V
- Maximális kimeneti feszültség: 55 V @ 25 A, 8/20 µs
- Blokklódióda nyitóirányú feszültség (VF): 1,1 V @ 300 mA
- Blokklódióda maximum 10 ms

négyszög alakú impulzusáram (IFSM): 3 A

▪ Környezeti üzemi hőmérséklet: -40 °C és 100 °C között

▪ RoHS-kompatibilis, REACH-kompatibilis

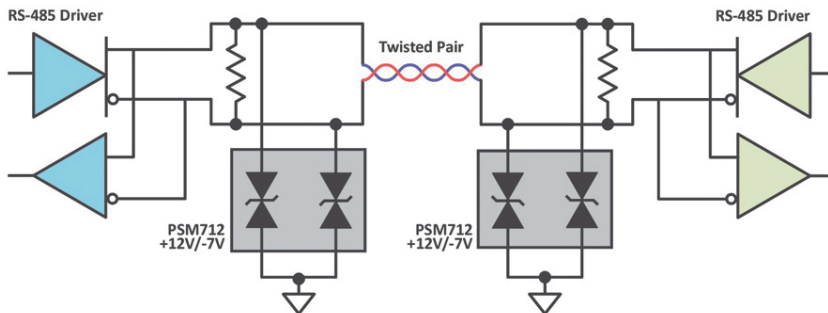


6| IO-Link védelem PDFN2 és PDFN3 eszközzel

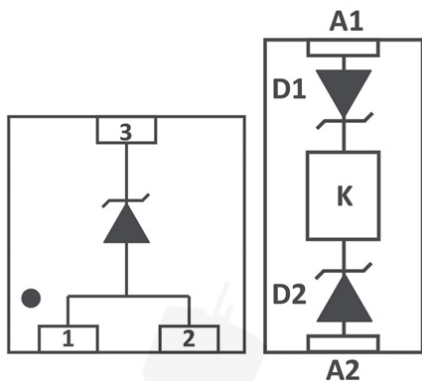
RS485 szabvány

Az RS485 nagy távolságú és nagy sebességű soros adatátvitelre használt standard. A szabvány lehetővé teszi, hogy több eszköz megosztson egyetlen kommunikációs vonalon, amelyet buszkonfigurációnak neveznek. Az RS485 akár 32 eszközt támogat egyetlen buszon, átjátszók nélkül. A kommunikáció lehet 2 vezetékes félduplex vagy 4 vezetékes full-duplex, de a félduplex az RS485 rendszerekben gyakoribb. Differenciált jelet használ, ahol az adatot két vezeték közötti feszültségkülönbség reprezentálja. Ez a

metodika az RS485 buszt robusztussá teszi az elektromágneses interferencia és a zaj ellen. Az RS485 nem jelent önálló kommunikációs protokollt, csak a fizikai réteget, az olyan protokollok, mint a Modbus, Profibus és DMX512 számára. Elsődleges felhasználási területei az ipari automatizálás, épületautomatizálás és más olyan alkalmazások, amelyek megbízható, távolsági kommunikációt igényelnek. A szabvány visszafelé kompatibilis az RS422-vel, egy másik differenciáljelzési szabvánnyal, de eltérő képességekkel. Az RS485 támogatja a többpontos konfigurációkat, lehetővé téve az összetett hálózati topológiákat. Robusztussága, rugalmassága és hatótávolsága miatt népszerű választás a különféle igényes kommunikációs környezetekben. Mivel nagysebességű protokollról van szó és nagy távolságok áthidalására alkalmas (az RS485 akár 1200 méteres távolságban is képes kommunikálni kisebb sebességgel, vagy akár 10 Mbps adatátviteli sebességet is kiszolgál rövid távolságokon), az alkalmazandó áramkörvédelmi megoldásoknak ehhez kell illeszkedni. A robusztusabb védelmi megoldások általában nagyobb kapacitással járnak, ami korlátozza az adatátviteli sebességet. Szerencsére ma már elérhető technológia az alacsony kapacitású TVS diódákból álló túlfeszültség-védelem. A legtöbb vezetékes kommunikációs rendszerhez hasonlóan a tervezés során figyelembe kell venni az olyan fenyegetéseket, mint



7| RS422/485 védelem PSM712 eszközzel



8| RS422/485 védelem SMDB712C eszközzel

a rendszertranziensek, villámcsapások, a nagy teljesítményű motorok és egyéb elektromos berendezések által indukált túlfeszültségek. Ezek közé tartozik az ESD, az akár 4 kV/2 kA-es villám keltette tranziensek, a teljesítményindukció (pl. 600 Vrms max. egy másodpercig), a hosszabb időtartamú középfeszültségű kereszteződés és a földpotenciál-emelkedés (EPR).

A ProTek SMDB712C és PSM712 eszközeit úgy tervezték, hogy megfeleljenek a vonatkozó szabványoknak, és hogy egyetlen eszközzel megvédjék az RS422/485 interfész csavart érpárjához csatlakoztatott adó-vevőket a túlfeszültség-eseményektől (7. és 8. ábra).

- IEC 61000-4-2 (ESD) levegő ± 15 kV, kontaktus ± 8 kV
- IEC 61000-4-4 (EFT) 40 A, 5/50 ns
- IEC 61000-4-5 (Surge) Másodlagos villám, 50 A @
- $8/20 \mu s \times$ PSM712
- Névleges feszültség VWM: -7 V / +12 V
- Letörési feszültség V(BR) min.: -7,5 V / +13,3 V
- VC @ IP: 17 V @ 34 A / 30 V @ 30 A
- Szivárgási áram ID: 20 μA / 1 μA
- Kapacitás: 75 pF