



Az ESD tranziens olyan potenciális fenyegetést jelent az elektronikai készülékek I/O portjai számára, ami ellen a konstruktőrnek feltétlenül védekezni kell, mindemellett az alkalmazott megoldás nem befolyásolhatja jelentősen az átviteli sebességet. A TVS diódákról szóló általános írásunkban részletesen körüljártuk az elektrosztatikus feltöltődés elleni - tranziens szupresszor diódával való - védekezés alapjait. Ebben a cikkben szeretnénk konkrét megvalósítási példákon keresztül bemutatni a leggyakrabban használt I/O portok számára fejlesztett ESD védőeszközöket, valamint a vonatkozó szabványi előírásokat. Részletesen bemutatjuk az USD, HDMI és Ethernet portok számára ajánlott eszközöket és megoldásokat.

Túlfeszültség elleni védelem TVS diódával

Az elektronikai eszközök a külvilág felé I/O portokon keresztül kommunikálnak, melyek megfelelő védelem hiányában támadási felületet jelentenek az elektrosztatikus kisülés (ESD), az elektronikus gyors tranziens (EFT) vagy surge jellegű túlfeszültségek számára, potenciális fenyegetést jelentve a belső áramköri elemekre. Az alkalmazott túlfeszültségvédő eszközök ráadásul nem csökkenthetik a port adatátviteli sebességét. A tradicionális, egyszerű

Adatátviteli sebességek		
Port jellege	Sebesség Mbit/S	Kapacitás pF
RS-232	0.20	< 50
T1	1.544	< 30
E2	2.048	
I2C	3.4	
Ethernet	10	< 20
USB 1.1	12	
E3	34.368	
RS-485	35	
T3	44.736	
Fast Ethernet	100	< 5
T5	400.352	< 3
USB 2.0	480	
E5	565.148	
IEEE-1394b	786.432	
GigabitE	1000	
DVI	3960	< 1
USB 3.0	5000	
DisplayPort	5400	
SATA 3.0	6000	
HDMI 1.3	10200	
HDMI 2.0	18000	

kondenzátoros védelem a nagy frekvencia miatt nem használható, mert az adatvonalak kapacitását minimális szinten kell tartani.

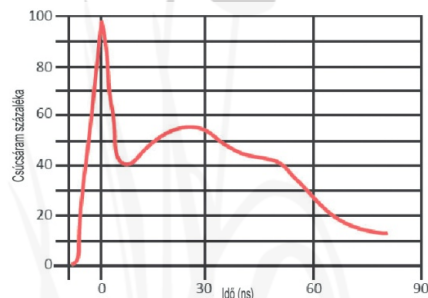
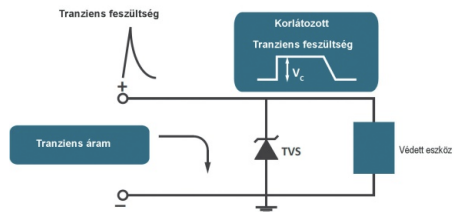
A félvezetőgyártók gyakran az 1-es szintű (Level 1) védelmet (1-2 kV) beépítik az eszközeikbe a gyártás során fellépő zavarok hatásának

Applikáció	Kombinált TVS	Diszkrét TVS	Alternatívák
DVI	PLR0502, PLR0508	PLR0521, GBLC03/05CI	PLR0504F, PLR0506, PLR0524
Fast Ethernet	SRV05-4, PLC03-6	GBLC03/05C	PLR3304, SRV05-4M, SRV05-4LC
GigabitE	PLR0524, SRV25-4	GBLC03CIHP, GBLC03/05CI	SLVU2.8-4, SRV05-4
HDMI	PLR0506, PLR0524P	PLR0521, GBLC03/05CI	PLR0504F
PC	DSOT0502	GBLC03/05CI, PLR0521	PSOTxx/C, GBLCxx/C
RS-485	PSM712, PSLC12C	PSD12	485ELC
SATA 3.0	PLR0524	PLR0521, GBLC03/05CI	PLR0506
Smart Battery	DSOT0502	PSD05, P0402FC05C, PSOT05C	VSMF05LC
T1/E1	PLC03-3.3, PLR3304	GBLC03/05C	PLC03-6, SRV05-4
T3/E3	PLC03-3.3, PLR3304	GBLC03/05C	PLC03-6, SRV05-4
USB 2.0	PLR0502, PLR0524, PLR0506	PLR0521, GBLC03/05CI	PLR0504F
USB 3.0	PLR0506, PLR0524	PLR0521, GBLC03/05CI	PLR0502

Az IEC 61000-4-2 szabvány definiálja az emberi test által keltett ESD esemény lefolyását, és feszültség tekintetében négy szintet különböztet meg, egészen 8kV kontakt és 15kV levegő kisülés értékig. A szabvány célja, hogy a tervezőket segítse az elegendő mértékű védelem kiválasztásában, legyen a tranziens ESD, EFT, surge, villám vagy helytelen bekötés következménye.

minimalizálására, azonban a valós körülmények közt fellépő ESD akár 15kV is lehet, ezért a beépített védelmet csak másodlagos szintnek szabad tekinteni és szükség van egy primer védelemre is 8kV kontakt és 15kV levegő kisülés impulzusok ellen.

Az emberi test modellt alapján definiált tranziens lefolyása az ábra szerinti, a felfutás 1 ns alatt és a lefutás 60 ns körüli időtartamot vesz igénybe.



Az ESD védelem kiválasztásánál figyelembe kell venni a következőket:

- Az eszközre jellemző trigger feszültség, mely alatt a védelem láthatatlan
- A védőeszköz ún. „overshoot” feszültsége, ahol az megszólal

- A feszültségkorlát mértéke (clamping voltage), melyre a védőeszköz a kimenetén megjelenő feszültséget korlátozza

Adatvonalak túlfeszültség védelme

A tápegységekben megtalálható nagyszámú induktív és kapacitív passzív komponens jelenléte miatt ezek az eszközök általában immunisak az ESD-re, igaz a tápvonalakat védeni szokták. Az adatvonalakon alkalmazott túlfeszültségvédő eszközök kapacitása azonban komoly problémát jelent magas baud rate esetén. A soros ellenállás a terhelés kapacitásával együtt alkotja az első szűrőt, mely lassítja a jel fel és lefutását. A hatásos ellenállás csökkentése lehetséges a réz keresztmetszetek növelésével, de a kapacitás csökkentése jelenti az igazi megoldást a nagy sebességek eléréséhez.

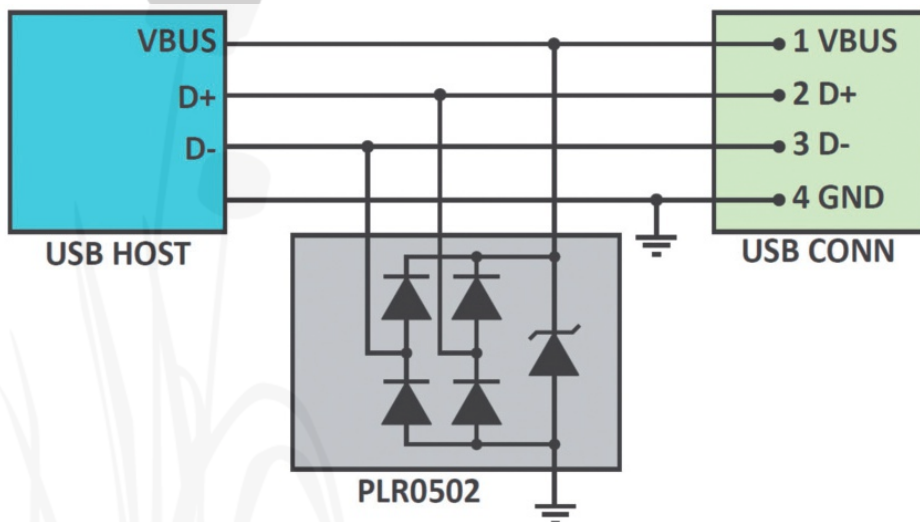
USB portok védelme

Az univerzális soros buszrendszerek nagyarányú elterjedése ipari szabvánnyá tette ezt a megoldást a számítástechnikai és szórakoztató elektronikai termékek piacán.

Mára nemcsak az adatátvitelben, de a készülékek töltésében is jelentős szerepet kapott.

A hot-swap jelleg és a rendkívül sok lehetséges meghibásodás miatt ezeket az eszközöket túláram és túlfeszültség ellen is védeni kell.

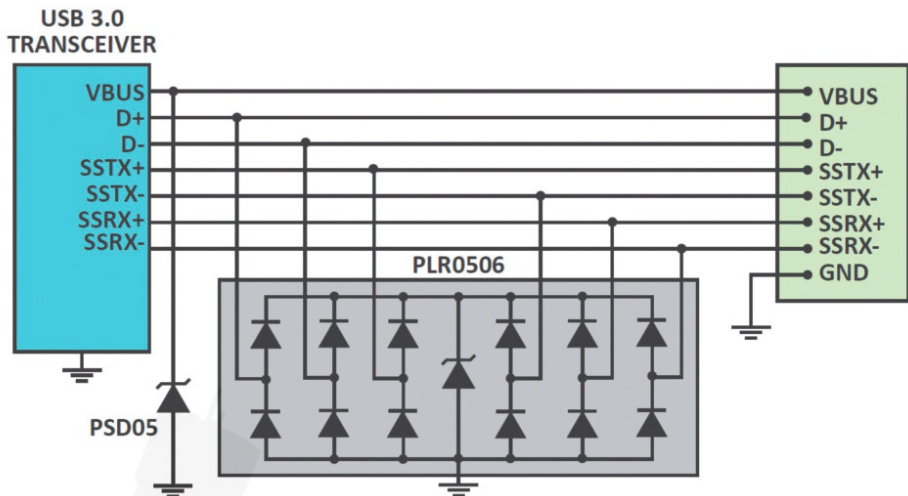
Az USB 1.1 12 Mbps, a 2.0-ás szabvány 480 Mbps az új 3.0 szabvány pedig akár 5 Gbps adatátviteli sebességet támogat, emiatt rendkívül fontos a kis kapacitású TVS dióda alkalmazása.



Az USB 1.1 és 2.0 védelmére a Protek Devices a PLR0502 eszközt fejlesztette ki, mely SOT-543 tokozásban az 5V-os Vbus vonal ESD, védelmét szolgálja. Mindezt 0.6 pF kapacitásértékkel teszi, szinte alig jelenlévő szivárgási árammal, így akár a 2.0-ás szabvány 480 Mbps adatátvitellel mellett sem jelent problémát használata.

(Tx+/Tx download, Rx+/Rx-upload és D+/D-), valamint két külön vezeték a Vcc és a GND számára.

A Protek TVS megoldása a PLR0506, mely DFN-8 tokozásban 6 vonal számára kínál ESD védelmet 0.8 pF kapacitással. Kiegészítésként a Vbus vonal megvédhető a GBLC05C vagy PSD05C eszközökkel.



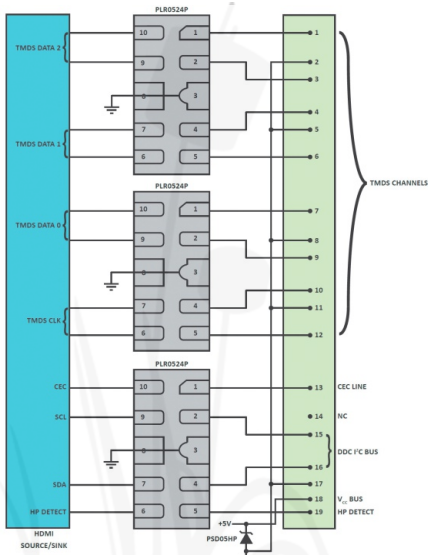
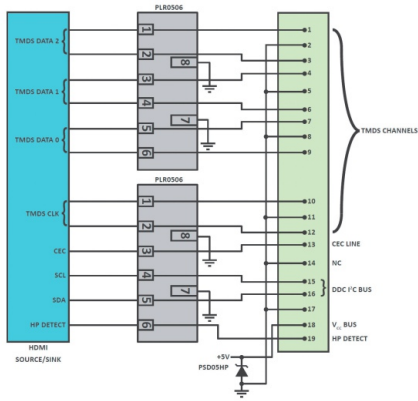
Az USB 3.0 2008. Novemberi megjelenése generációs váltást hozott a technológia számára, az adatátviteli vonalakat megháromszorozta (3 differenciális érpár az eddigi egy helyett), lefele történő kompatibilitást biztosítva az USB 2.0 HS, FS és LS módjaival, míg bevezette a SuperSpeed nagysebességű adat link módot. Ez a konstrukció az eddigiektől eltérő kábel specifikációt eredményez, 3 differenciálisan csatolt jelvonalat

HDMI portok védelme

A HDMI szabványt a nagy felbontású video és audio jelek egy kábelben való továbbítására fejlesztették ki, ennél fogva igen gyors, 18Gbps adatátviteli sebesség jellemzi. Mivel ez a port jellemzően fogyasztási termékekben használatos, gyakorlatilag elegendő az ESD védelem alkalmazása. A Protek két megoldást kínál a 12 adatvonal védelmére, két 6 vonalas PLR0506 vagy

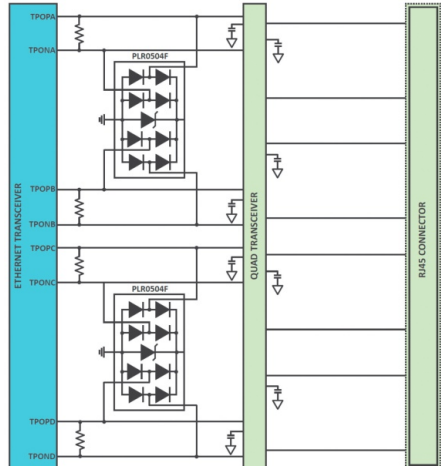
három négyvonalas PLR0524P mátrixot használhatunk.

Mindkét megoldás igényli a Vbus vonal ESD és surge elleni védelmét egy diszkrét védődióda, a PSD05HP beépítésével.

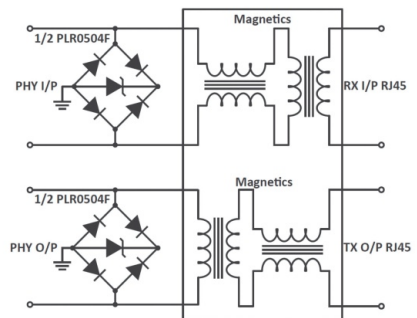


Ethernet portok védelme

Az Ethernet port védelmének első eleme maga az elválasztó transzformátor, mely elsődlegesen a jelfeldolgozó elektronika és az adatvonalak elválasztását biztosítja.

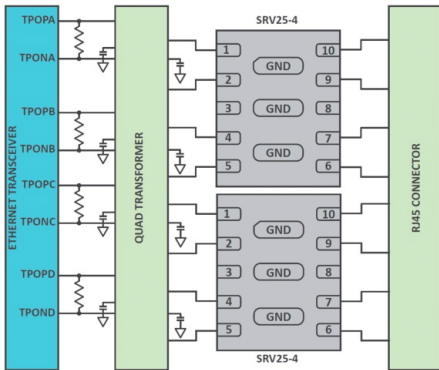


Egy átlagos Ethernet transzformátor általában képes elviselni 200-300A 2/10 µs tranziens, ha ez elegendő, akkor csak szekunder oldali védelemre van szükség, hogy az Ethernet IC-t megvédjük a telítésig átvitt tranziens energiától, ami azt túlterhelné.

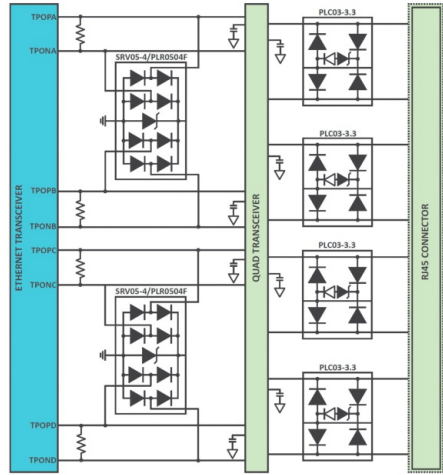


TVS diódás megoldás másodlagos védelemként használhatunk, ilyen például a PLR0504F eszköz.

A transzformátor primer oldalán történő védekezés célja az az RJ45 csatlakozón keresztül érkező nagy energiájú zavar minimalizálása, ha a transzformátor nem jelent önmagában elegendő védelmet.



Egy SRV25-4 eszköz az Rj45 csatlakozó közelében való elhelyezése 25kV ESD és 40A 8/20 μ s surge elleni védelmet nyújt, mindemellett a 3.5 pF kapacitása elegendően alacsony a nagysebességű adatátvitelhez.



Alternatív megoldás lehet a PLC03-3.3 (3.3V-os rendszerekhez), vagy PLC03-6 (5V-os rendszerekhez) használata, melyek integrált TVS diódát és dióda hidat is tartalmaznak.

A különböző portok védelmére fejlesztett dedikált megoldások közül a helyes kiválasztásához igyekszik segítséget adni a következő táblázat is.

Applikáció	Kombinált TVS	Diszkrét TVS	Alternatívák
DVI	PLR0502, PLR0508	PLR0521, GBLC03/05CI	PLR0504F, PLR0506, PLR0524
Fast Ethernet	SRV05-4, PLC03-6	GBLC03/05C	PLR3304, SRV05-4M, SRV05-4LC
GigabitE	PLR0524, SRV25-4	GBLC03CIHP, GBLC03/05CI	SLVU2.8-4, SRV05-4
HDMI	PLR0506, PLR0524P	PLR0521, GBLC03/05CI	PLR0504F
PC	DSOT0502	GBLC03/05CI, PLR0521	PSOTxx/C, GBLCxx/C
RS-485	PSM712, PSLC12C	PSD12	485ELC
SATA 3.0	PLR0524	PLR0521, GBLC03/05CI	PLR0506
Smart Battery	DSOT0502	PSD05, P0402FC05C, PSOT05C	VSMF05LC
T1/E1	PLC03-3.3, PLR3304	GBLC03/05C	PLC03-6, SRV05-4
T3/E3	PLC03-3.3, PLR3304	GBLC03/05C	PLC03-6, SRV05-4
USB 2.0	PLR0502, PLR0524, PLR0506	PLR0521, GBLC03/05CI	PLR0504F
USB 3.0	PLR0506, PLR0524	PLR0521, GBLC03/05CI	PLR0502