

LOAD DUMP JELLEGŰ TÚLFESZÜLTÉSÉG ELLENI VÉDEKEZÉS AZ AUTÓELEKTRONIKÁBAN

PROTEK ESZKÖZÖKKEL

Ahogy az mindenki számára közzismert, napjainkban az elektronika elterjedése és integrálása az egyik legmeghatározóbb eleme a gépjárműipar fejlődési trendjeinek, hiszen a vezetési élmény növelése, a hajtási rendszerek hatásfokának maximálása és a biztonsági kockázatok csökkentése mind olyan feladatok, melyeket csak elektronikai úton lehet hatékonyan megoldani. Beszéljünk akár az ELEKTRONET korábbi számában nagy vonalakban áttekintett szabványos interfészekről, az információs és szórakoztató fedélzeti rendszerről, a LED-alapú világítástechnikai alrendszerekről, a parkolást segítő, sávtartást biztosító, ráfutást megakadályozó funkciókról, vagy a TPMS (automatikus guminyomás-figyelő) rendszerről, ezek mind ki vannak téve a különböző okokból fellépő túlfeszültség káros hatásának, ami egyaránt komoly kihívást jelent az elektronikai tervezőknek, és az áramkörvédelmi alkatrészek gyártóinak. Az előző, ezzel a témával foglalkozó írásunkban nagy vonalakban áttekintettük a TVS diódákkal megvalósított ESD és „surge” tranziens túlfeszültségvédelmi megoldásokat a szabványos autóiipari buszrendszerek területén, jelen írásunkban pedig elmélyedünk az egyik legkritikusabb túlfeszültségtípus, a „Load Dump” elleni védekezés lehetőségeiben

Az autóelektronikában megjelenő túlfeszültségek típusai

Az elektronika hibátlan működését akadályozó gyakori tranziens feszültségek a táblázatban összefoglalt okokra vezethetők vissza. A fedélzeti informatikai, szórakoztatóelektronikai, világítási, hajtásátviteli és biztonsági rendszerek tervezőinek az autóiipari szabványoknak megfelelő védelmet kell biztosítaniuk ezen hatások ellen, hogy a garanciális és a későbbi karbantartási költségek a lehető legoptimálisabbak legyenek. A gépjárművek elektronikai rendszereinek gyors túlfeszültség elleni védettségét diszkrét félvezetős kvalifikációs eljárások meghatározásával az AEC (Automotive Electronics Council) szabványosította.

Az AEC-Q101 a következő túlfeszültségtípusokat különbözteti meg:

- Elektrosztatikus feltöltődés [ESD], emberi test (HBM) vagy gépi modell (MM) szerint.
- Induktív terhelés kapcsolásokor keletkező túlfeszültség.
- Load Dump jellegű túlfeszültség, mely akkor keletkezik, amikor a generátor töltés közben hirtelen leválik a terhelésről.

Az elektrosztatikus kisülés (ESD) két különböző mértékben feltöltődött tárgy, leggyakrabban ember és fém közeledésekor, érintésekor fordul elő, látható szikra formájában, mikor a szigetelő dielektrikum átütési feszültségét meghaladja a potenciálkülönbség. Ez a feszültség általában 2–15 kV közötti (levegőben való kisülés), és a gyors

lefolysis (ns) miatt viszonylagosan kis energia jellemzi.

A „surge” jellegű túlfeszültség már sokkal hosszabb lefolysisú, általában mikroszekundum-nagyságrendű, nagy energiájú zavar, ami általában induktív terhelés kapcsolásokor jön létre.

A harmadik, egyben leghosszabb, akár néhány száz milliszekundum lefolysisú tranziens az úgynevezett „Load Dump”, mely a gépjármű-elektronikában általában akkor keletkezik, amikor az akkumulátor és a generátor kapcsolata megszakad, miközben utóbbi tölti előbbi. A jelszint akár 174 V is lehet, és nem ritka a 400 ms hosszúságú esemény sem.

A gépjárműelektronika-tervezők jól ismerik az ISO 16750 szabványt, mely a közúti gépjárművek elektronikai berendezéseinek vizsgálatát írja le. Az ISO 16750-2 ennek kiegészítése, mely 2012 óta hatályos és a fenti gépjárművek számára potenciálisan veszélyes környezeti hatásokkal foglalkozik, valamint meghatározza a szükséges ellenőrzési tesztek és javaslatokat tesz az egy-egy beépítési helyére a járműben.

Paragrafus	Leírás
4.2	DC-tápfeszültség
4.3	Túlfeszültség
4.4	Ráakódó AC-feszültség
4.5	Tápfeszültség lassú növekedése és csökkenése
4.6	Tápfeszültség megszűnése
4.7	Fordított polaritás
4.8	Földelés- és tápfeszültség-öfeszlet
4.9	Nyitott áramköri tesztek
4.10	Rövidzárvédelem
4.11	Maximálisan megengedhető feszültség
4.12	Szigetelési ellenállás

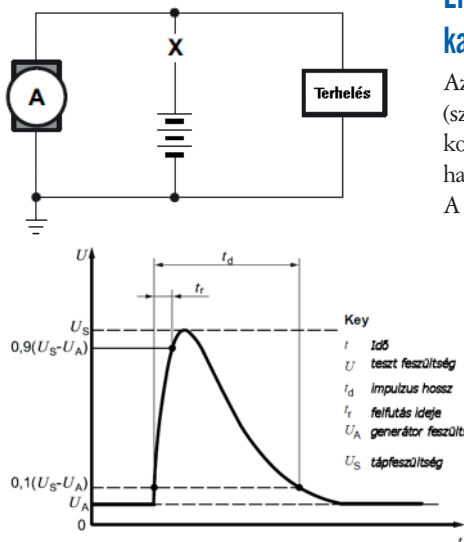
ISO 16750-2. Közúti gépjárművek – tranziens túlfeszültségvédelmi vonatkozások

Load Dump védelem szükségessége

A 4.6 fejezet, ami a tápfeszültség megszűnésével foglalkozik, tartalmazza a Load Dump túlfeszültségről szóló 4.6.4 bekezdést. A Load Dump akkor lép fel, ha a töltés közben a generátorra kapcsolt terhelés hirtelen megváltozik, azaz például az akkumulátor,

Időbeli lefolysis	Ok	Feszültség amplitúdó	Energiaszint	Gyakoriság
400 ms	Load Dump	<202 V	>10 J	Néha
Folyamatos	Meghibásodott feszültségszabályzó	18 VB		Néha
<320 μs	Induktív terheléskapcsolás	80 V–300 V	<1 J	Gyakran
200 ms	Generátor mágneses mezőjének leépülése	-100 V–(-40 V)	<1 J	Minden leállításnál
90 ms	Indítás, akkuleválasztás	<75 V	<0,5 J	Néha
1 ms	Kábelkötégzavar	<200 V	<1 J	Gyakran
<60 ns	Elektrosztatikus kisülés	<25 kV	<10 mJ	Néha

vagy más egy másik jelentős terhelés lekapcsolódik. Ilyen esetben az ábrán látható módon az autóelektronika továbbra is kapcsolatban marad a töltéssel, viszont a rendszer impedanciája hirtelen megváltozik, aminek hatására egy hosszú lefolyású, nagy energiájú tranzienst szabadul rá a rendszerre.



ISO 16750-2 Load Dump tranzienst impulzus

A szabványban szereplő részletezést az alsó táblázatban találjuk, melyben látható, hogy a túlfeszültség mértéke akár 202 V és lefolyá-

szabvány előírásainak való megfeleléshez 10 impulzusból álló, percnként ismételt tesztet kell kiállni a resetelhető Load Dump elleni védelemnek, úgy, hogy közben ekkora áramot kell tudni kezelni anélkül, hogy az ellenállás változna (drift) a vonalon.

Első lehetséges megoldás: kapcsolással

Az egyik lehetséges tápegységdízajn LM5088 (széles bemeneti feszültségű aszinkron buck konverter) IC-t használ, melyet az ábrán látható Load Dump elleni védelemmel láttak el. A működés alapja, hogy a tranzienst megjelenésekor a védelem meghatározott időre lekapcsolja a DC-DC konvertert és az egyéb mögöttes elektronika bemenetéről a feszültséget, majd fix késleltetéssel a tranzienst feltételezett lefutása után visszakapcsolja azt. Ez a soros Load Dump védelem TL431A precíziós programozható feszültségreferenciát használ a pontos leválasztáshoz.

Az LM5088 maximális bemeneti feszültsége 75 V, ami szokványos Load Dump túlfeszültségek esetén elfogadható, de az efeletti feszültség megjelenésekor azt le kell kapcsolni a bemenetről. Két másik lehetséges elrendezés a DC-

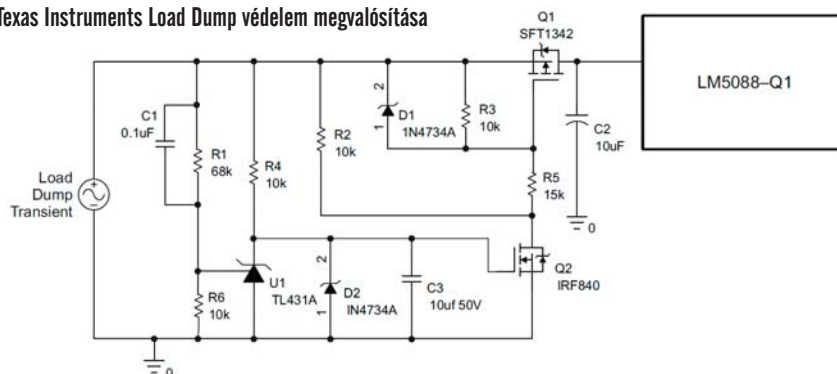
Parameter	Type of system		Minimum test requirements
	$U_N = 12\text{ V}$	$U_N = 24\text{ V}$	
U_S^a V	$79 \leq U_S \leq 101$	$151 \leq U_S \leq 202\text{ V}$	10 pulses at intervals of 1 min
R_i^a Ω	$0,5 \leq R_i \leq 4$	$1 \leq R_i \leq 8$	
t_d ms	$40 \leq t_d \leq 400$	$100 \leq t_d \leq 350$	
t_r ms	$10 \left(\frac{0}{-5} \right)$	$10 \left(\frac{0}{-5} \right)$	

^a If not otherwise agreed, use the higher voltage level with the higher value for internal resistance, or use the lower voltage level with the lower value for internal resistance.

sa 400 ms is lehet. Feltételezve, hogy a soros ellenállás értéke 1~2 Ω , a fellépő surge-áram akár meghaladhatja az 50 A-t 350 ms hosszan, ezzel a tervezőknek tisztában kell lenniük. A

DC konverter Load Dump elleni védelmére – a Linear Technology és a Maxim Integrated megoldásai – az alábbi ábrákon láthatók:

Texas Instruments Load Dump védelem megvalósítása



endrich
components of life



Megjelent az Endrich elektronikai témájú publikáció-gyűjteményének II. köteté.

(A sorozat az Ipar Napjai Nagydíj 2016 pályázaton a zsűri KÜLÖNDJÁT nyerte el.)



A tartalomról:

Az Endrich által forgalmazott termékek működéséről és alkalmazhatóságáról szóló műszaki cikkek

A hirdetés átadásával az Ipar Napjai kiállításon egy tiszteletpéldányt adunk ajándékba.



Szeretettel meghívjuk az Ipar Napjai 2016 szakkiállításra, ahol az Endrich GmbH a HUNGEXPO „A” pavilon 304/A standján várja látogatását 2015 május 24-27 között!

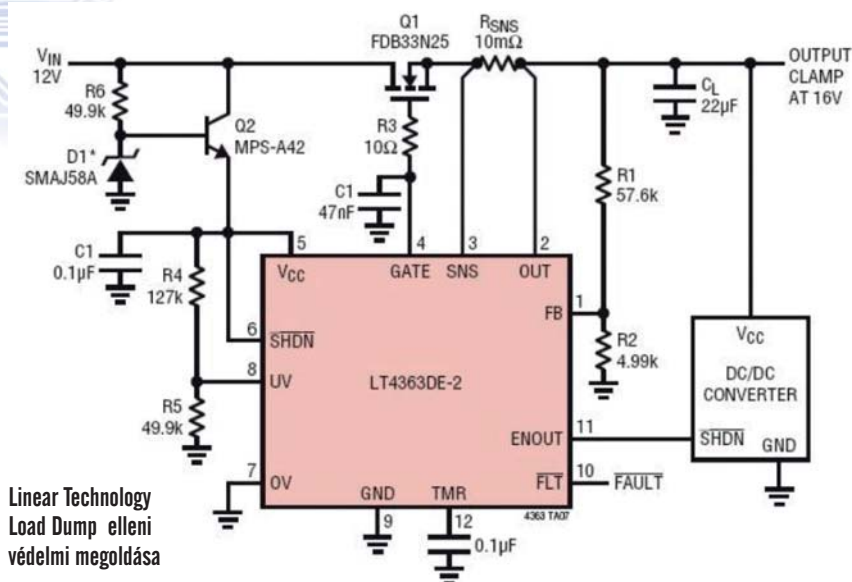
Regisztrált látogatóink között egy Apple iPad Mini 2 16GB tablettet sorsolunk ki!



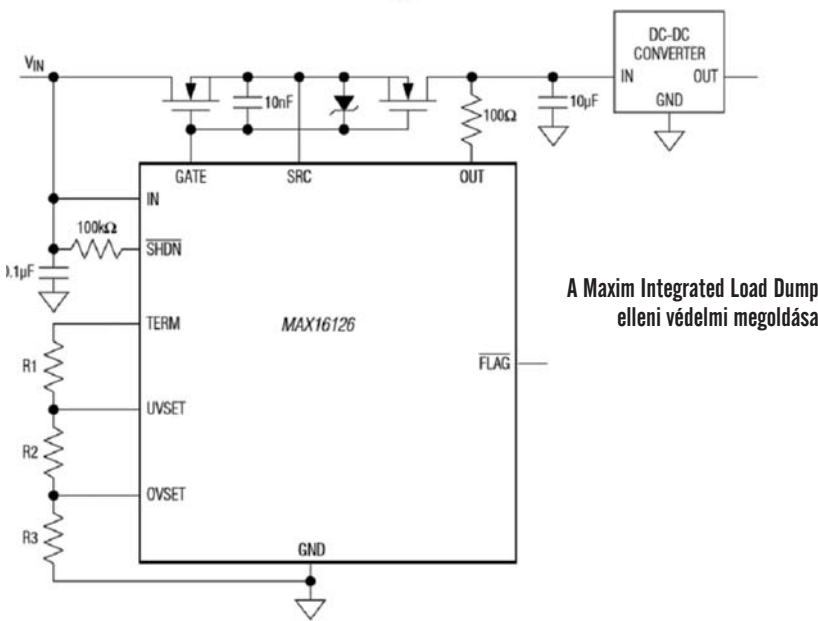
Endrich Bauelemente Vertriebs GmbH



Tel.: (+361) 297-4191
z.kiss@endrich.com
www.endrich.com



Linear Technology Load Dump elleni védelmi megoldása



A Maxim Integrated Load Dump elleni védelmi megoldása

szülségtűskéket a mögöttes elektronika által elviselhető mértékű szintre korlátozzák.

A TVS dióda U-I karakterisztikája nagyon hasonlít a Zener diódáéra, az alapvető különbség az, hogy míg a Zener dióda feszültségstabilizálásra, addig a TVS dióda kifejezetten tranziens túlfeszültség elleni védelemre való, hiszen a túláramot azonnal söntöli, és a védendő áramkörre jutó maradék áramot elviselhető szintre korlátozza.

A gépjármű-elektronikát tervező mérnökök megszokásból általában névleges soros R_s -értéket ($2\ \Omega$ 12 V és $4\ \Omega$ 24 V esetén), valamint alacsony t_d időbeli lefolyást választanak (40 ms 12 V és 100 ms 24 V esetén) a túlfeszültség-védelem méretezésekor, a Load Dump tranziens hatására fellépő surge-áram korlátozására. Sok esetben alacsonyabb teljesítményre specifikált SMCJ (1,5 kW) vagy SMDJ (3 kW) TVS eszközökkel operálnak, de a kérdés az, hogy ez vajon elegendően robusztus védelem-e a ma gépjárműjében is, ahol az elektronikai egységek száma megsokszorozódott.



DO-218AB PACKAGE

A ProTek Devices PAM8S sorozata egyedülálló megoldást nyújt az ISO 16750-2 Load Dump teszt előírásainak megfelelő túlfeszültség-védelemre, miközben a mai megoldásokhoz képest a lehető legalacsonyabb érteken (48,4 V-on) tartja a védendő vonalra jutó

feszültséget. Megfelel az AEC-Q101 megbízhatósági szabványának is. A sorozat 15, nagy teljesítményű TVS mátrixból áll, ezzel lefedi az ipar igényeit a 14–43 V záróirányú stand-off feszültségtartományon. A RoHS és REACH elvárásainak megfelelő

JEDEC DO-218AB tokozásban, $T_j = 175\ ^\circ\text{C}$ átmeneti hőmérsékletű TVS eszközök kaptak helyet, melyek így tökéletesen megfelelnek a nagy megbízhatóságot igénylő autóiipari feladatokra. Ez a diszkrét áramköri megoldás tökéletes Load Dump elleni védelmet nyújt, és

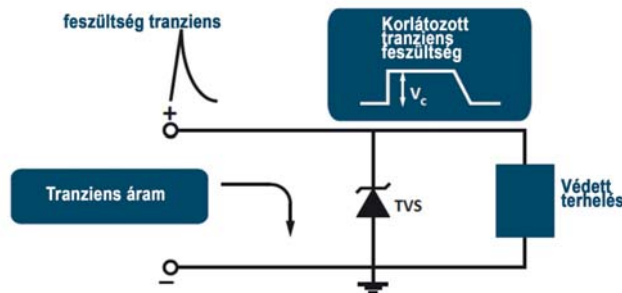
Ha a fenti megoldásokat tekintjük, akkor egyértelmű, hogy a diszkrét komponensek száma miatt a bekerülési költség elég magas, emeli az árat továbbá a nyomtatott áramkör beültetése is.

Load Dump elleni védelem söntöléssel

A gépjárműelektronika túlfeszültség elleni védelmének legalapvetőbb módja a tápfeszültség félvezető tranziens szupresszordiódával való söntölése. A komponensgyártó kihívása ez esetben az, hogy egy olyan diszkrét komponenst alkosson, mely – az ISO 16750-1 előírásainak megfelelően – képes kezelni tíz, egymást követő alkalommal a 350–400 ms hosszan tartó, 30–60 A nagyságú surge áramot tíz percen keresztül.

A szilícium félvezető TVS diódák a Zener diódákhoz hasonló, de azokénál nagyobb ke-

resztmetszetű pn-átmenettel rendelkeznek, melynek mérete arányos a kezelni kívánt teljesítménnyel. Ezek az eszközök olyan „clamping”



Egyirányú TVS dióda söntüzemű túlfeszültség-védelmi elrendezésben

eszközök, melyek alacsony impedanciás „Avalanche” P/N átmenetük megnyitásával a fe-

