

Járműipari EMC mérések

(EMC-jelű mérés)



VILLAMOSMÉRNÖKI ÉS INFORMATIKAI KAR
Szélessávú Hírközlés és Villamosságtan Tanszék
H-1111 Budapest, Goldmann György tér 3.
V2 épület VI. emelet
tel.: (+36 1) 463 15 59, fax : (+36 1) 463 32 89

Készítette :

Szűcs László

2008

A mérés a Robert Bosch Kft. támogatásával jött létre.

1. A mérés célja

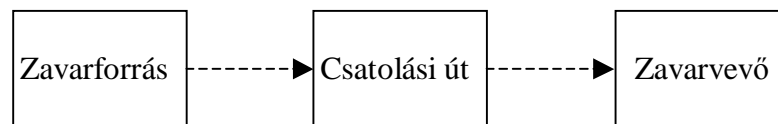
A mérés célja az EMC mérés technika gépjármű iparban használatos alapfogalmainak elsajátítása, néhány alap mérési eljárás megismerésével. A mérés során zavar kibocsátási és zavartűrési feladatokkal foglalkozunk. Megvizsgáljuk különböző részegységek viselkedését az autók speciális zárt EMC környezetében. Vizsgálataink a során megismerjük a gépjárművekben előálló túlfeszültségek hatását, valamint az autórádiók zavartűrése miatt fontos zavar kibocsátási jelenségeket, és ezek szabványos mérés technikáját.

2. A mérés műszerei

Személyi számítógép
LISN
Árnyékolt mérőcella
ESD generátor
Mérővevő
Tranzens túlfeszültség generátor
Oscilloszkóp
Áramtranszformátor

3. Az elektromágneses kompatibilitás (EMC) alapfogalmai

Az elektromágneses zavarás általános modellje a következő:



1. ábra

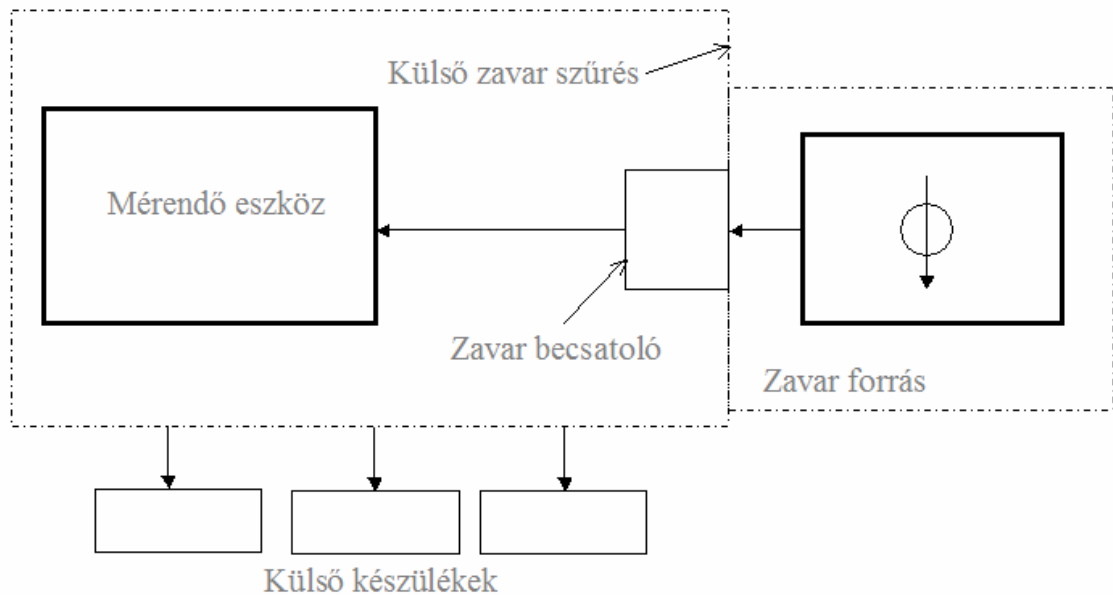
A zavarforrások lehetnek természetes vagy mesterséges eredetűek. Természetes eredetű például a villám és egyéb légköri jelenségek valamint a világútból érkező sugárzások. Mesterséges eredetűeknek a valamilyen elektromágneses elven működő készülék üzemszerű, vagy hibás működése során keletkező és a környezetbe kijutó jeleket nevezzük. Ilyenek pl. a nagyfeszültségű energetikai hálózat, a rádió és TV adók, nagyáramú kapcsolók, motorok, egyenirányítók, gázkisülési csövek stb.

Az EMC mérések alapvetően két csoportba oszthatók:

-zavartűrés mérések

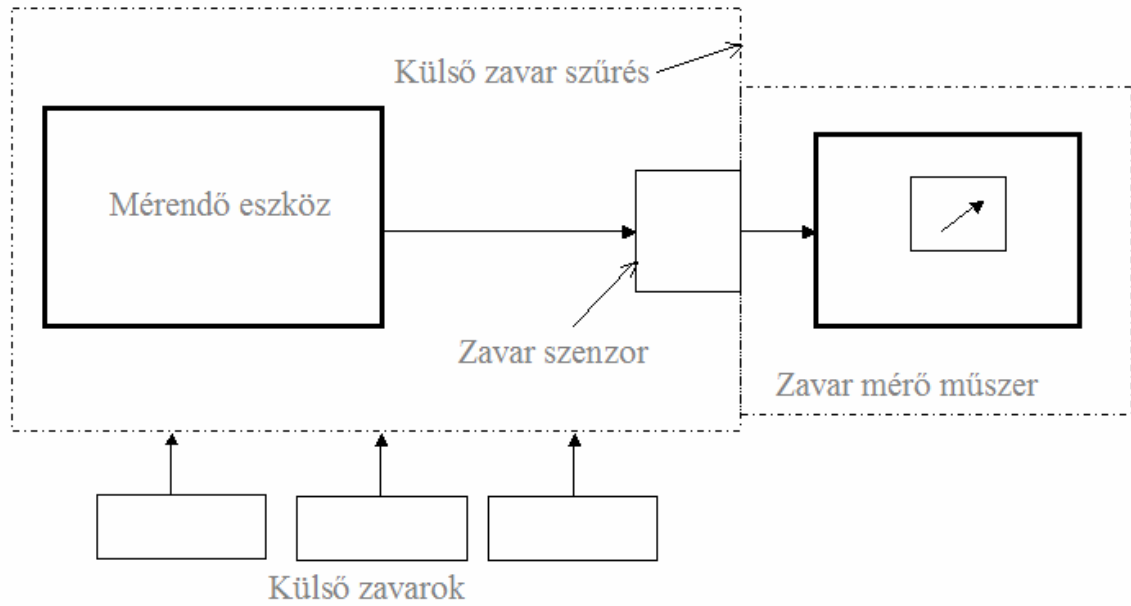
-zavarkibocsátás mérések

A zavartűrés mérések esetén valamilyen szabványos jelet megfelelő csatoló eszközzel bejuttatunk a készülékbe és figyeljük a működőképesség változását. A zavarforrás lehet modulált rádiófrekvenciás jel, különböző módon előálló túlfeszültség, tápfeszültség ingadozás stb. A jelek bejuthatnak a vizgált készülékbe vezetéken, vagy elektromágneses hullámként



2.ábra

A zavarkibocsátás mérések esetén frekvencia szelektív vevővel mérjük a zavarjel (áram, feszültség, térerősség) nagyságát. A zavarok terjedhetnek vezetékeken, illetve elektromágneses hullámok útján.



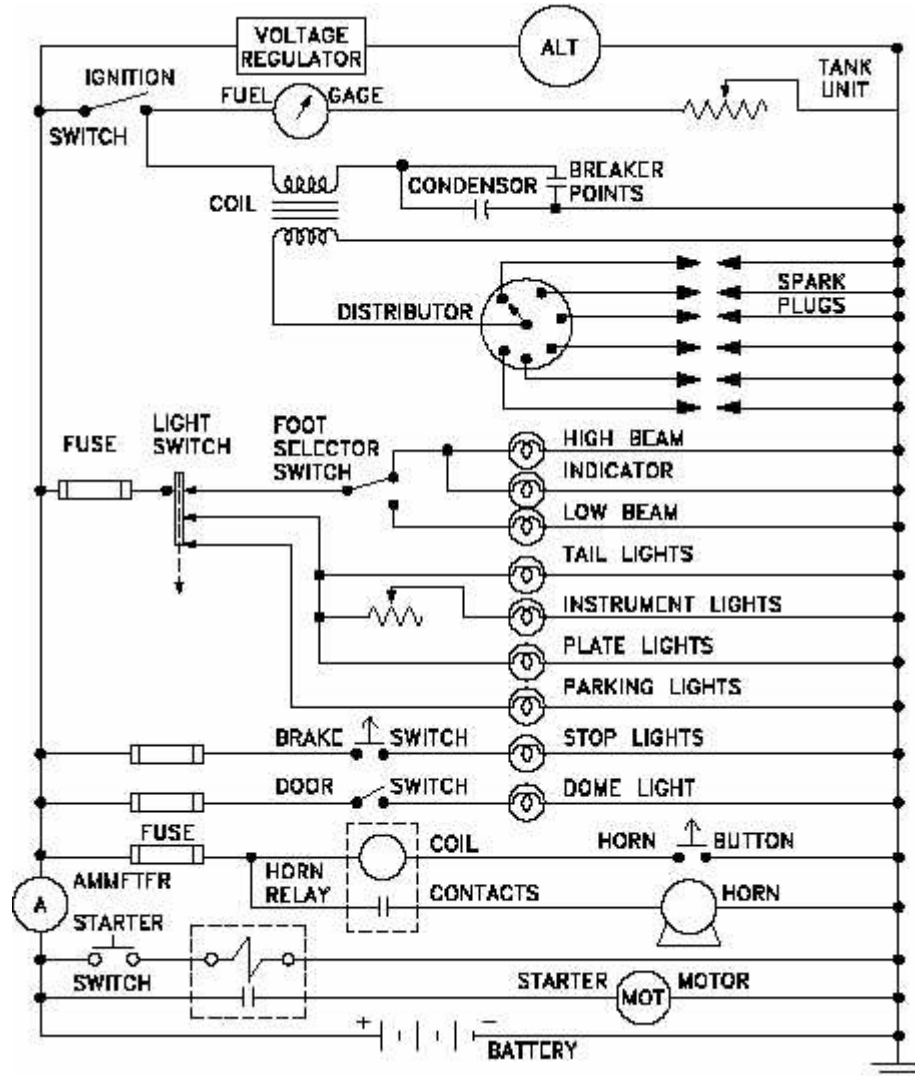
3.ábra

A mérési összeállításban szereplő külső zavar szűrés a mérést függetleníti a környezet hatásaitól, illetve a környezetet védi a mérések zavaró hatásaitól

A mérés során megvizsgáljuk autó részegységek különböző túlfeszültség impulzusokkal szembeni immunitását illetve a vezetéken terjedő zavarok kibocsátását.

4.A gépjármű elektromos rendszerében keletkező túlfeszültségek

A gépjárművek elektromos rendszerének egyszerűsített kapcsolási rajza az alábbi ábrán látható:



4.ábra

A generátorhoz csatlakozó célszerűen kialakított szabályozó csúcsérték-szabályozást végez. Kellően pontos működésének elérése végett a feszültségmérő kör időállandóját viszonylag nagyra kell választani, emiatt a szabályozás frekvenciája erősen csökken.

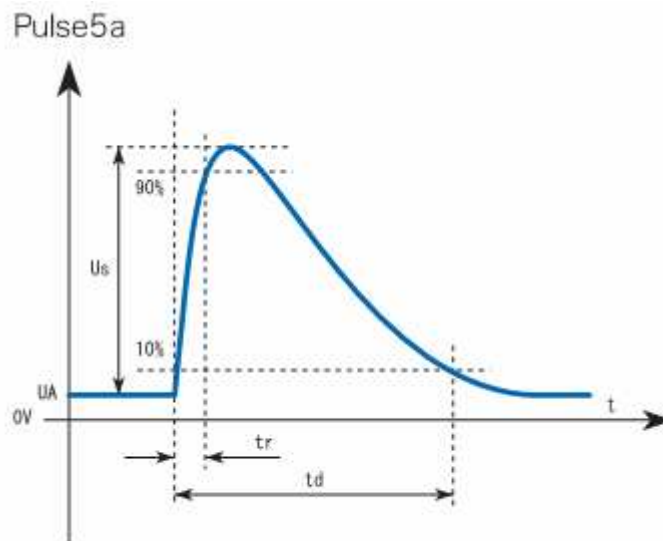
A hirtelen terhelésváltozások miatt az állórészben fellépő tranziens feszültségugrások igen nagyok lehetnek: így pl. nagy fordulatszámon, teljes terheléssel járó generátor terhelését megszakítva a keletkező feszültségugrás a generátor néveleges feszültségének négyszeresét-hatszorosát is eléri. A feszültségugrás olyan nagy lehet, hogy tönkretelheti a generátor egyenirányítóját és a

feszültség szabályozót, és súlyosan károsíthatja a járműhálózaton levő esetleges nagy értékű feszültség érzékeny berendezéseket.

További gondot okoz, hogy a váltóáramú generátorok forgórészét alkotó póluskerék általában tömör anyagból készül, és ezért az amúgy is nagy mágneses energiájú mágnes kör fluxusának szabályozási ideje a fellépő örvényáramok miatt tovább növekszik.

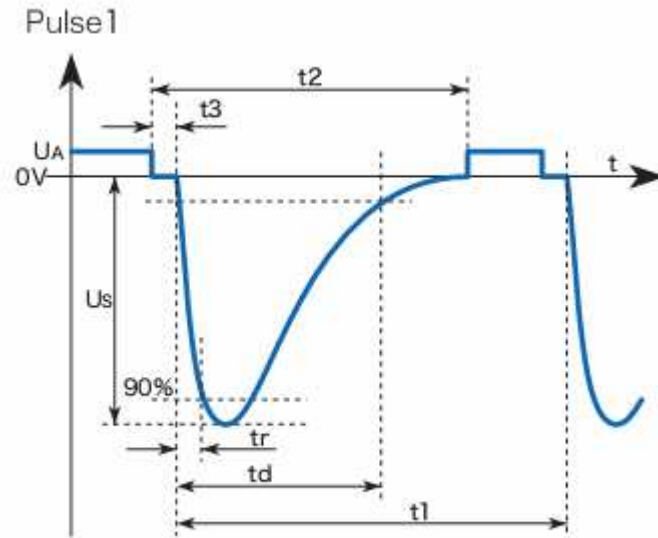
A fentiek következtében a gyakorlatban használt szabályozókkal a rendszer állandóan párhuzamosan kapcsolt akkumulátor nélkül nem tud üzemelni. Az akkumulátor az a pufferelem, amely elnyeli a hirtelen terhelésváltozáskor fellépő feszültségcsúcsokat. Éppen ezért kritikus helyzet állhat elő, ha akár a telep sarui, akár a generátor csatlakozásai meglazulnak, akár pedig cellaszakadás áll elő az akkumulátorban.

Ebben az esetben a hirtelen terhelésváltozás az alábbi jellegű túlfeszültséget kelti a rendszerben:



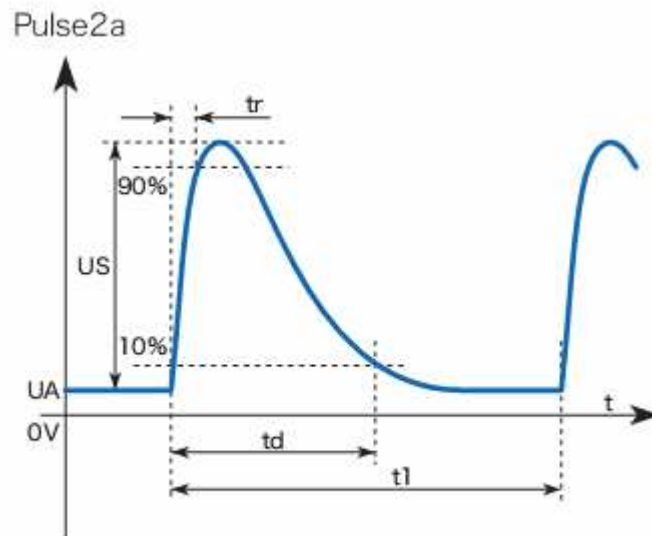
5.ábra

Ha egy induktív jellegű fogyasztóval párhuzamosan kapcsolt elektronika közös kapcsolóval kapcsolódik le a táplálásról akkor a tekercsben tárolt energia miatt az elektronikán az alábbi feszültségváltozás lép fel:



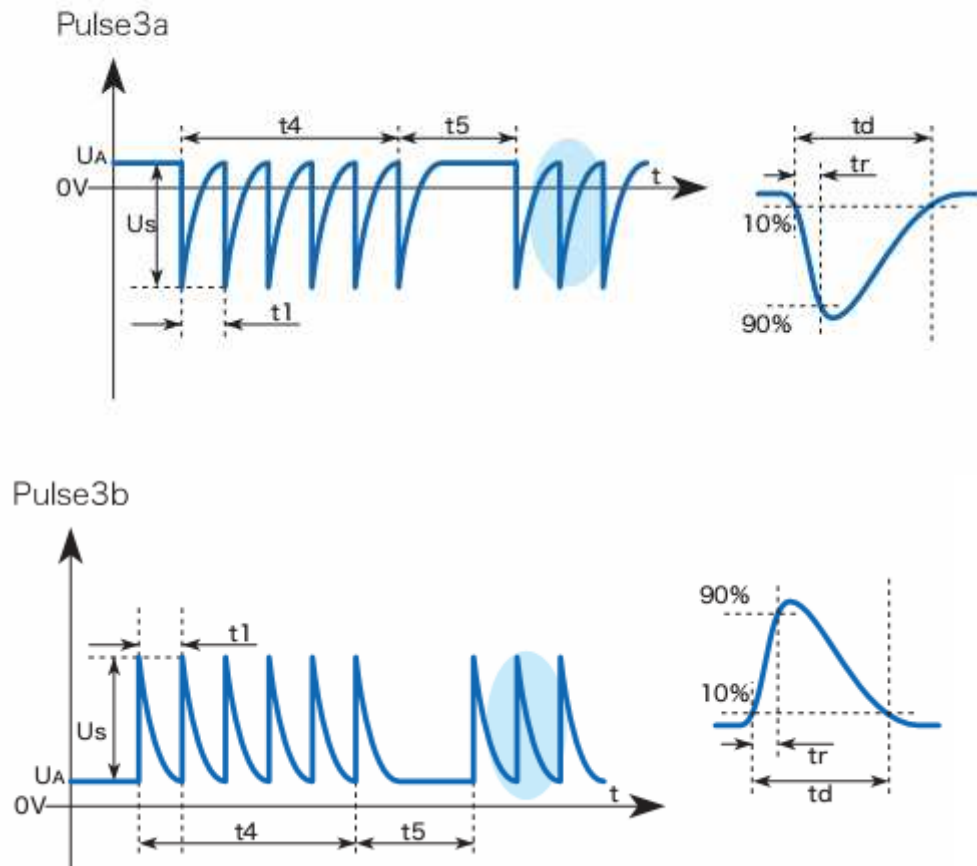
6.ábra

A következő jelalak akkor lép fel, ha az induktívitás és az elektronika sorba van kapcsolva, tipikusan ilyen pl. ha a gyújtás kikapcsolásakor az egyenáramú motorok még forognak, és a szabályozás sorosan van kapcsolva a tekercseléssel.



7.ábra

Az alábbi jelalakok sorozatos kapcsoló működtetésével vezérelt induktív terhelések miatt fellépő zavarokat mutatják:



8.ábra

A fenti zavarok tipikusan előforduló feszültség és idő paraméterei a következő táblázat 4. és 5.(12 V-os ill. 24 V-os rendszer) oszlopában vannak feltüntetve:

Puls	Para- meter	NSQ 500C	ISO 12V ISO DP 7637/1	ISO 24V ISO DP 7637/2
1	U_s t_f t_d t_1 t_2 t_3 R_i	-30 bis -300 V 1/2/3/4 μ s 50/200 μ s / 2 ms 0,5 / 5 s 200 ms $\leq 100 \mu$ s 4/10/20/30/40/50 Ohm	0 bis -100 V 1 μ s 2 ms > 0,5 < 5 s 200 ms $\leq 100 \mu$ s 10 Ohm	0 bis -200 V 3 μ s 2 ms > 0,5 < 5 s 200 ms $\leq 100 \mu$ s 10 bis 50 Ohm
2	U_s t_f t_d t_1 t_2 R_i	+30 bis +300 V 1/2/3/4 μ s 50/200 μ s / 2 ms 0,5 / 5 s 200 ms 4/10/20/30/40/50 Ohm	0 bis +100 V 1 μ s 50 μ s > 0,5 < 5 s 200 ms 10 Ohm	0 bis +200 V 1 μ s 50 μ s > 0,5 < 5 s 200 ms 10 bis 50 Ohm
3a 3b	U_s t_f t_d t_1 t_4 t_5 R_i	± 40 bis ± 200 V 5 ns 100 ns 100 μ s 10 ms 90 ms 50 Ohm	0 bis -150 V 0 bis +100 V 5 ns 100 ns 100 μ s 10 ms 90 ms 50 Ohm	0 bis ± 200 V 5 ns 100 ns 100 μ s 10 ms 90 ms 50 Ohm
5	U_s t_f t_d R_i	NSQ 506C 0 bis +200 V > 5 < 10 ms (70 μ s) ¹⁾ 40/100/150/200/300/ 350/400/500 ms 0,5 bis 5,5 Ohm	+26,5 bis +86,5 V > 5 < 10 ms 40 bis 400 ms 0,5 bis 4 Ohm	+70 bis +200 V 10 ms 100 bis 350 ms 1 bis 8 Ohm

1.táblázat

A táblázat harmadik oszlopa a mérés során rendelkezésre álló műszeren beállítható határértékeket tartalmazza.

A táblázatban szereplő R_i az ekvivalens zavargenerátor belső impedanciája, ami gyakran függ a túlfeszültséget előállító részegység tulajdonságaitól. A tapasztalat szerint legnagyobb zavarást jelentő 5-ös impulzus esetén az R_i -t az alábbiak szerint kell meghatározni

$$R_i = \frac{10 \cdot V_n \cdot N_{pill}}{0,8 \cdot I_n \cdot 12000}$$

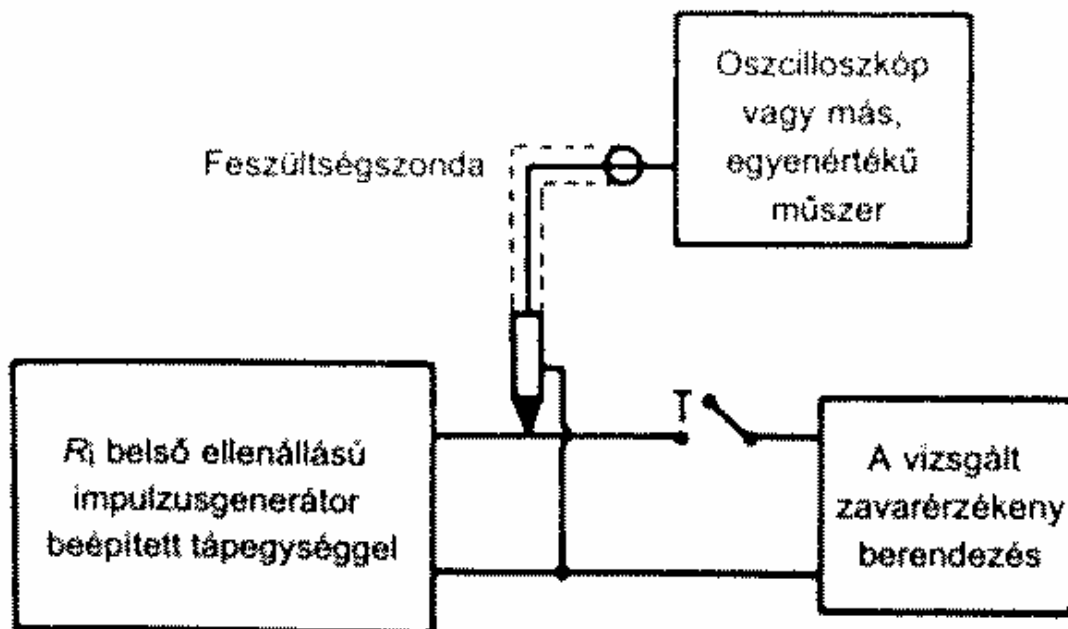
ahol

V_n a generátor névleges feszültsége

N_{pill} a generátor fordulatszáma az akkumulátor lekapcsolásakor

I_n a gerjesztőáram 6000-es fordulatszámánál

A tranziensek vizsgálatát az alábbi mérési összeállításban vizsgáljuk:



9.ábra

5. Elektrosztatikus feltöltődésből eredő túlfeszültségek

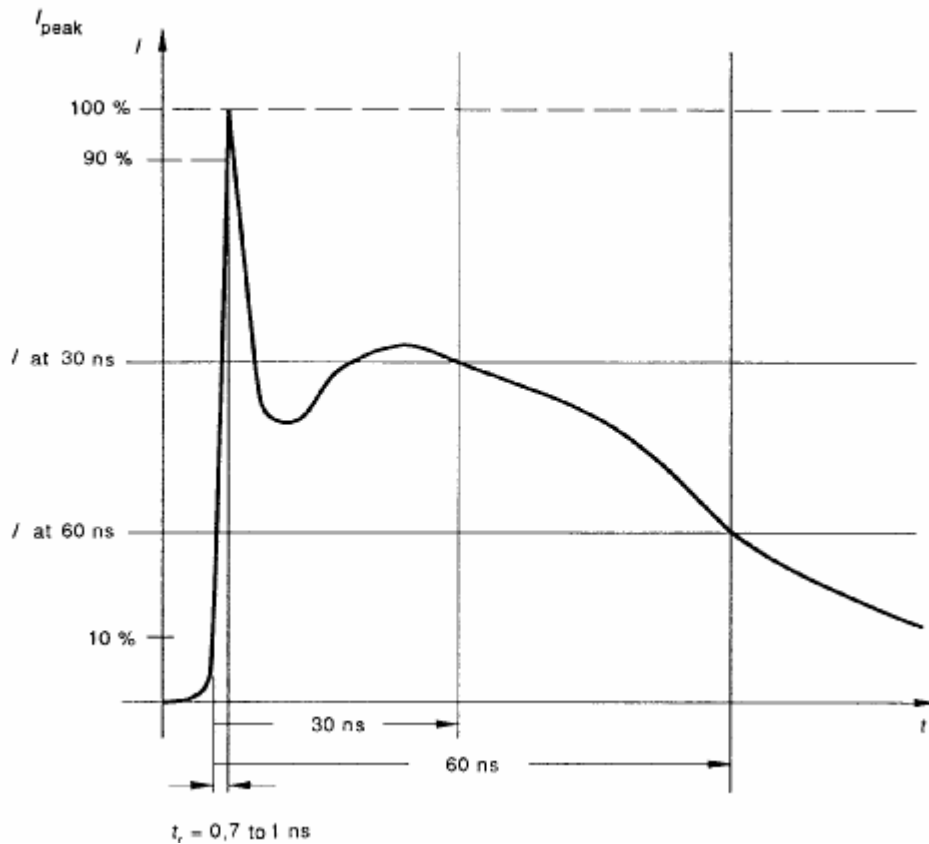
Az elektrosztatikus feltöltődés vezető és szigetelőanyagok érintkezése, egymáson való elmozdulása, majd szétválása során alakul ki. Ez a töltés szigetelt vezető testekben felhalmozódva olyan kisülést hozhat létre, ami egyrészt tüzet és robbanást okozhat, másrészt a villamos

berendezésekben átütést, sérülést és hibás működést eredményezhet. Az elektrosztatikus kisülések (ESD) során a feszültség meredeksége 2 kV/ns körül van, a feszültség maximuma a 20 kV-ot is meghaladhatja, a kisülés árama pedig elérheti a 40 ... 70 A-t is.

Az elektrosztatikus feltöltődés néhány jellemző feltöltődési feszültsége a szokásos tevékenységek során [1]:

- szőnyegen való járás közben max. 35 kV,
- PVC padlón való járás közben max. 12 kV,
- ülés közben max. 6 kV,
- habanyaggal párnázott széken max. 18 kV,
- műanyag fóliával végzett munka során max. 7 kV.

Az elektrosztatikus kisülés során az alábbi időfüggvényhez hasonló igen meredek áramimpulzusok keletkeznek:

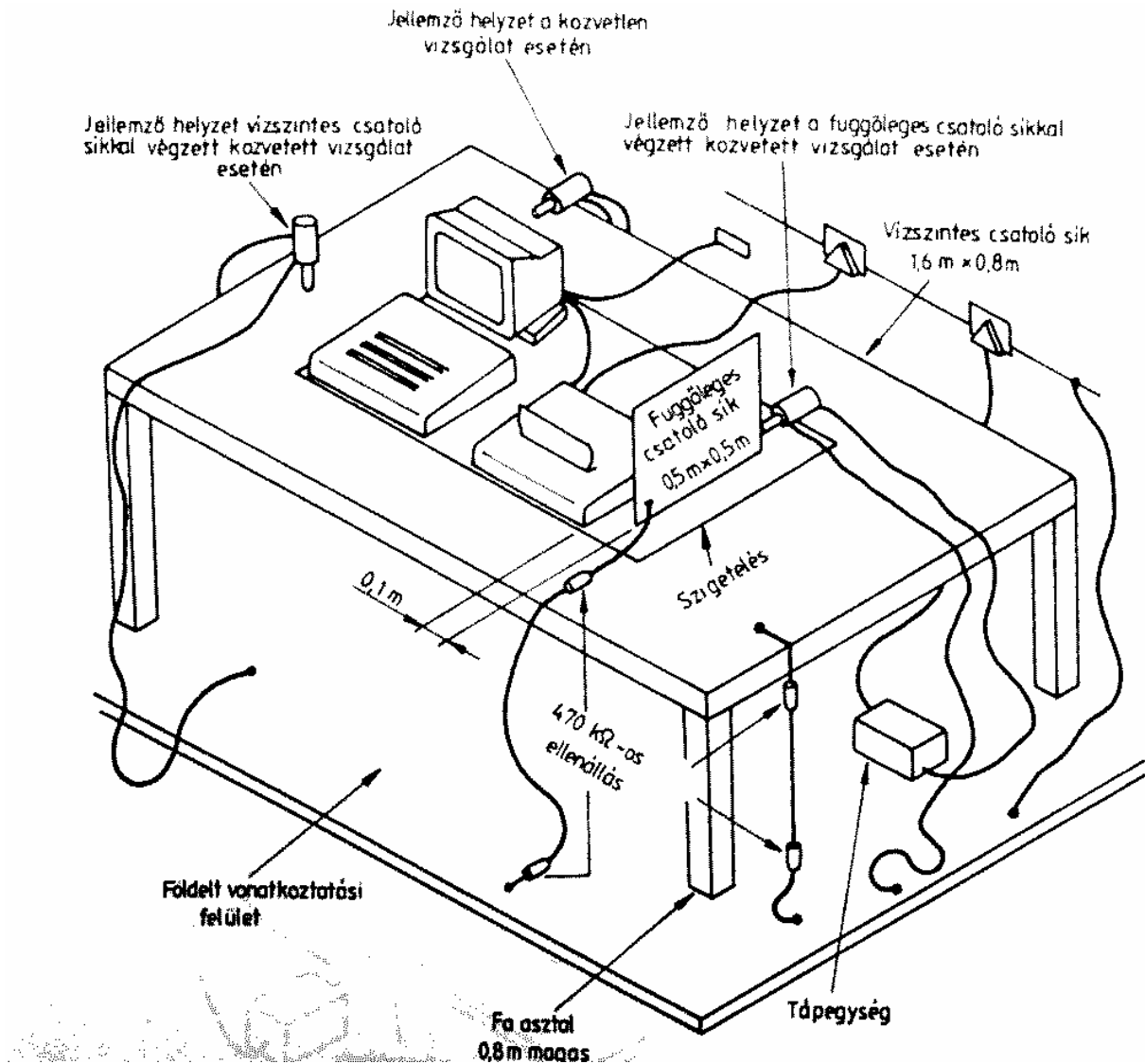


10.ábra

Az elektronikus alkatrészek érzékenységét az elektrosztatikus feltöltődéssel szemben a következő néhány jellegzetes példa mutatja, amely a különféle félvezetőket károsító túlfeszültség (ESD érzékenység) értékhatárait adja meg [1]:

- VMOS alkatrész 30 ... 1800 V,
- MOSFET alkatrész 100 ... 200 V,
- Ga-As-FET 100 ... 300 V,
- EPROM alkatrész 100 V,
- CMOS alkatrészek 250 ... 3000 V,
- Rétegellenállások 300 ... 3000 V,
- Bipoláris taranzisztorok 380 ... 7000 V,
- Schottky TTL 1000 ... 2500 V.

Az ESD vizsgálat mérési összeállítása az alábbi ábrán látható:



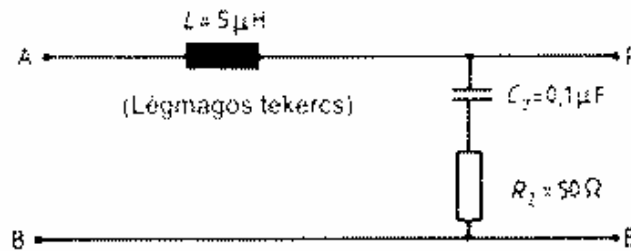
11. ábra

A mérés során az ESD kisüléseket vagy közvetlenül a vizsgált egység kezelő által megérintható pontjaira, vagy pedig a készülék alatt és mellett elhelyezett csatoló síkokra kell irányítani. Ez utóbbi eset azt modellezi amikor a kisülés a vizsgált részegység közelében egy vezető felületre történik (pl. karosszéria). Ebben az esetben a megfelelő csúccsal ellátott ESD pisztolyt hozzá kell érinteni a csatoló síkhoz, és ún. érintkezési kisülést kell létrehozni.

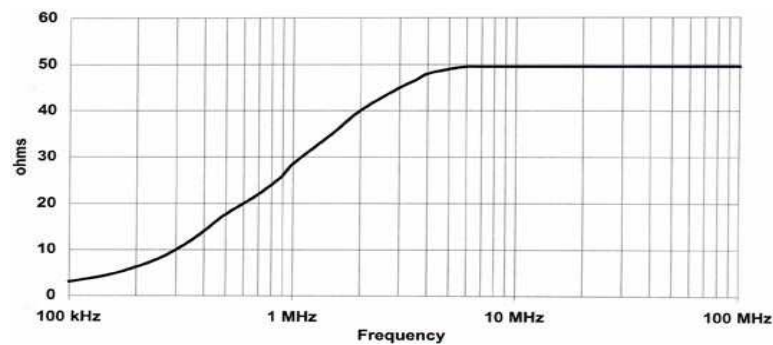
6. Rádiófrekvenciás zavarok az autóban

A modern autókban sok elektronikus részegység működik periódikus vagy tranziens kapcsoló jelekkel. Ezek a környezetükben lévő vezetékekben galvanikus, induktív, és kapacitív csatolással zavarokat okoznak. Ha a zavarforrások geometriai méretei összemérhetőek a hullámhosszal, akkor sugárzott elektromágneses terek is keletkeznek. A tápvezetékekben keletkező zavarok az összes

többi részegységhez eljutnak, és megzavarhatják azok működését. A legkritikusabb zavarérzékenyséű eszköz az autóban a rádióvevő készülék, hiszen ennek az antennabemenetét a vételi sávokban semmi sem védheti. Az autógyártás során ezért különös figyelmet fordítanak a részegységek rádiósávokban történő zavaroszűrésére. A mérés során a tápvezetéken terjedő zavarokat fogjuk vizsgálni. A kialakuló nagyfrekvenciás zavarok természetesen függenek az akkumulátorig vezető huzalozás tulajdonságaitól is, ezért a mérés során ezt egy tipizált hálózattal (LISN = Line Impedance Stabilization Network) vesszük figyelembe. Az LISN kapcsolási rajza és a PB pontok közötti impedanciamenete (AB rövidzárva) az alábbi:

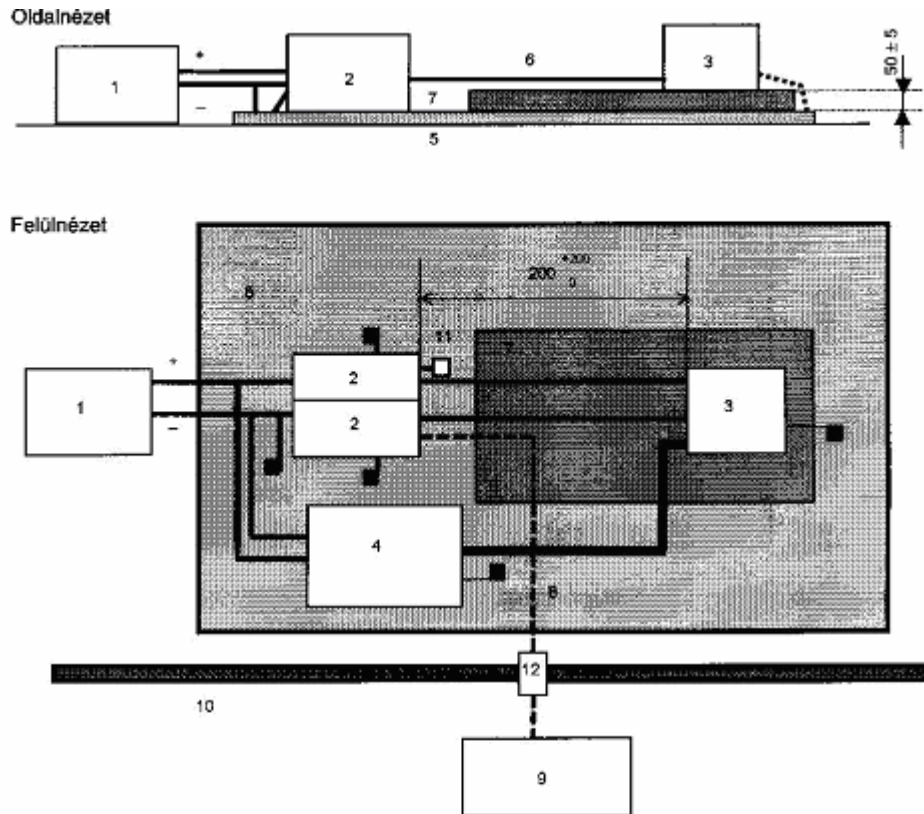


- A – kivezetési pont az áramforráshoz
- B – egyesített kivezetési pont
- P – kivezetési pont a vizsgált egységhez



12.ábra

A 13-as ábrán látható a vezetett zavarok mérési összeállítása ha a mérendő külön föld vezetékkel kapcsolódik az akkumulátorhoz, a 14-es ábra pedig a helyileg földelt esetet mutatja.

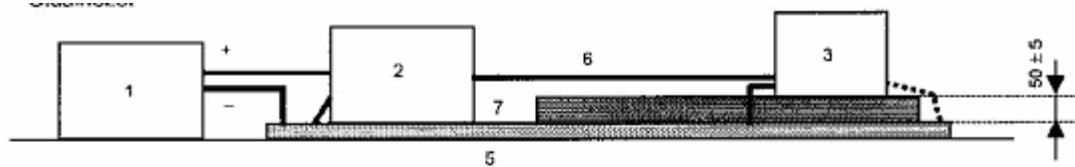


Jelmagyarázat:

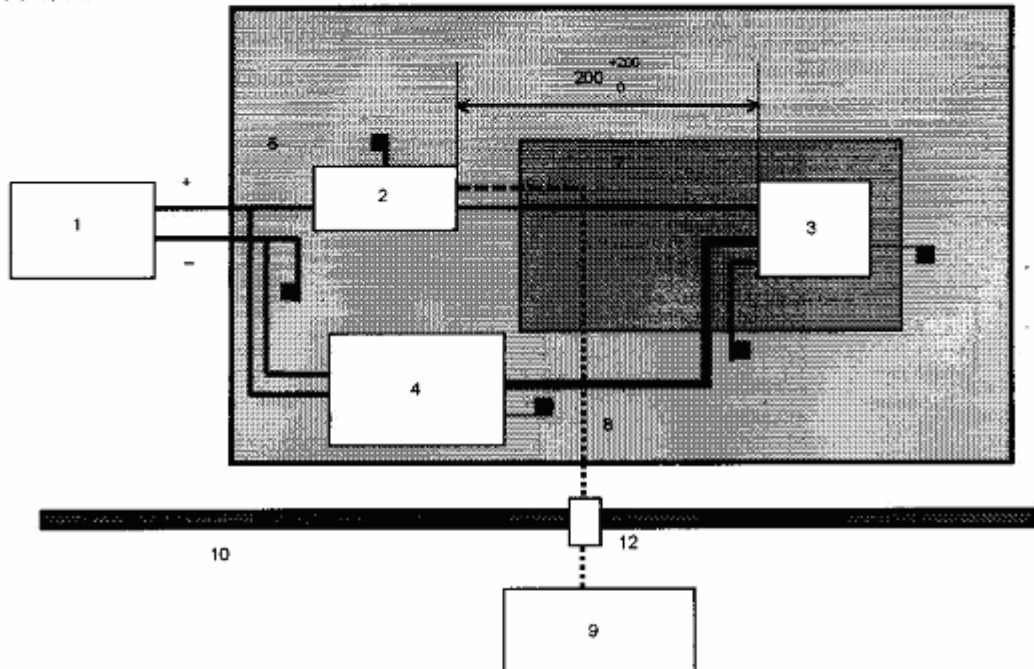
- 1: Tápegység
- 2: Műhálózat
- 3: Vizsgált berendezés (a ház földelt, ha ezt a vizsgálati terv megköveteli)
- 4: Műterhelés (a visszatérő vezeték földelt, ha ezt a vizsgálati terv megköveteli)
- 5: Földelő alaplemez
- 6: Tápvezetékek
- 7: Kis relatív permittivitású ($\epsilon_r \leq 1,4$) tartó
- 8: Kettős vagy homogén árnyékolású koaxiális kábel (50Ω)
- 9: Mérőműszer
- 10: Árnyékoló burkolat
- 11: 50Ω -os terhelés
- 12: Átvezető csatlakozó

MEGJEGYZÉS: A vizsgált berendezés házának földelővezetéke, ha ezt a vizsgálati terv megköveteli, nem lehet 150 mm-nél hosszabb.

13.ábra



Felülnézet



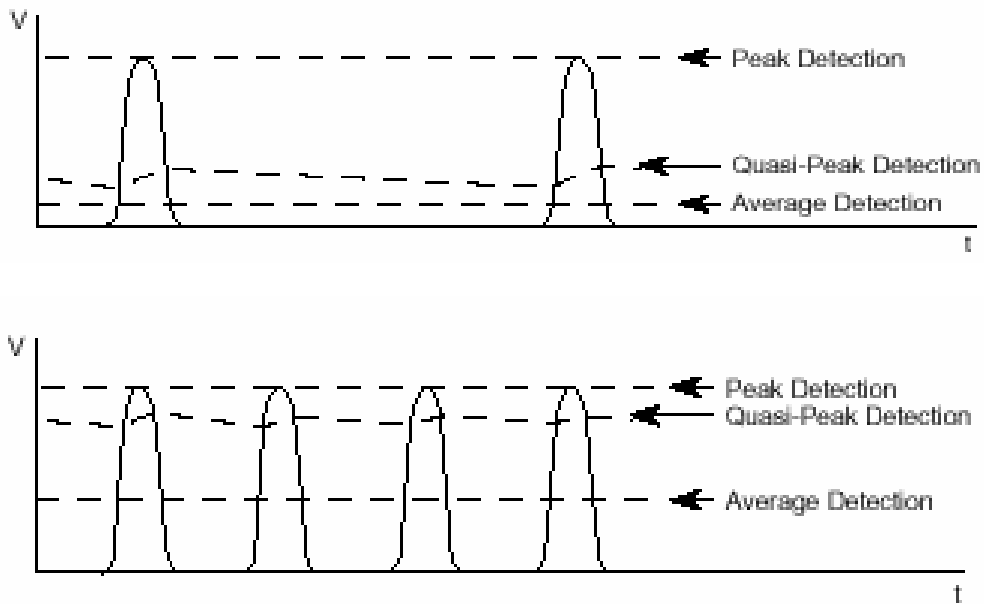
Jelmagyarázat:

- 1: Tápegység
- 2: Műhálózat
- 3: Vizsgált berendezés (a ház földelt, ha ezt a vizsgálati terv megköveteli)
- 4: Műterhelés (a visszatérő vezeték földelt, ha ezt a vizsgálati terv megköveteli)
- 5: Földelő alapelem
- 6: Tápvezetékek
- 7: Kis relatív permittivitású ($\epsilon_r \leq 1,4$) tartó
- 8: Kettős vagy homogén árnyékolású koaxiális kábel (50Ω)
- 9: Mérőműszer
- 10: Árnyékoló burkolat
- 12: Átvezető csatlakozó

MEGJEGYZÉS: A vizsgált berendezés házának földelővezetéke, ha ezt a vizsgálati terv megköveteli, nem lehet 150 mm-nél hosszabb.

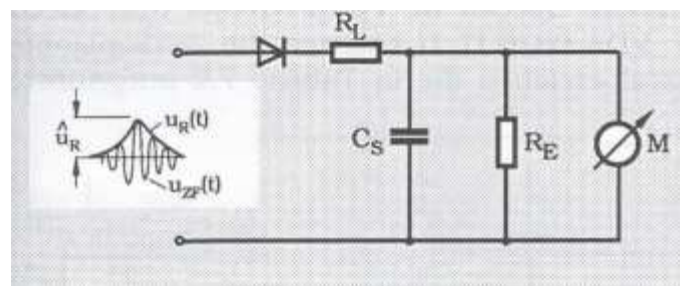
14.ábra

A zavarok mérésénél alapvető probléma, hogy a mérendő jelalak (a zavar) teljesen ismeretlen. A jelalaktól függően a különböző detektorok (csúcs, effektív, átlag, QP) nagyon eltérő értéket mutatnak. Például ismétlődő impulzus alakú jeleknél az alábbi ábra szerint alakulnak a mért értékek:



15. ábra

A Ouasi-Peak (QP) detekció az alábbi ábra szerinti áramkörrel végezhető el:



16. ábra

	9 kHz-150 KHz	150 kHz-30 MHz	30 MHz-1 GHz
Sávszélesség	200 Hz	9 kHz	120 kHz
QP detector idő állandó	45/500 ms	1/160 ms	1/550 ms

2.táblázat

A szabványok a fenti probléma megoldására kétfajta detektorral írnak elő határértékeket (QP és átlagérték), és a vizsgált eszköznek mindkettő szerint meg kell felelnie.

7. Mérési feladatok:

Figyelem!!!

A mérés során nagyfeszültségű impulzusok jelennek meg a vizsgált készüléken! A vizsgálat alatt a készülékek megérintése veszélyes, a mérési összeállítás módosítása csak kikapcsolt és feszültség mentesített generátorok esetén megengedett!

1. Ismerkedjen meg a mérésvezető irányításával a mérésben használt műszerek kezelésével, és a biztonságtechnikai előírásokkal..
 - vizsgálja meg a tranzens túlfeszültségek terheletlen jelalakját
 - ismerje meg az ESD mérési összeállítást
 - mérje meg a vezetett zavar mérés vizsgált készülék nélküli alapzaját
2. Mérje meg a mérésvezetőtől kapott részegység tranziens túlfeszültségekkel szembeni érzékenységét. A mérés előtt vizsgálja meg hogy a 4.fejezetben megismert zavarok közül melyik hatásának van tipikusan kitéve az eszköz.
3. Vizsgálja meg a mérésvezetőtől kapott egység ESD érzékenységét átütési és érintkezési vizsgálatokkal.
4. Mérje meg a mérésvezetőtől kapott részegység tápvezetékén a rádiófrekvenciás zavarokat.

Házi feladat

1. Számítsa ki a 5 típusú tranizens jelalakhoz alkalmazandó generátor ellenállást az alábbi adatok esetén

$V_n = 14.4 \text{ V}$ a generátor névleges feszültsége

$N_{pill} = 4000$ a generátor fordulatszáma az akkumulátor lekapcsolásakor

$I_n = 10 \text{ A}$ a gerjesztőáram 6000-es fordulatszámnál

2. Becsülje meg a maximális jelváltozási sebesség alapján a 10. ábra jelalakján $I_{peak} = 40 \text{ A}$ esetén, hogy mekkora sáv szélességű oszcilloszkóp kell a jel vizsgálatához.

Ellenőrző kérdések

1. Rajzolja fel a zavarűrés mérés blokkvázlatát!
2. Rajzolja fel a zavarkibocsátás mérés blokkvázlatát!
3. Miért veszélyes a nem megfelelően rögzített akkumulátor csatlakozó?
4. Milyen jelalakú zavar keletkezik a 3. kérdésben szereplő esetben
5. Mitől függ a tranziens túlfeszültség vizsgálatok esetén alkalmazandó generátor ellenállás nagysága?
6. Rajzolja le a sorozatos kapcsoló működtetésével vezérelt induktív terhelések miatt fellépő zavarok jelalakját!
7. Rajzolja le a ESD miatt fellépő zavarok jelalakját!
8. Ismertesse a különböző alkatrészek ESD érzékenység értékhatárait!
9. Mire való LISN = Line Impedance Stabilization Network ?
10. Hogyan működik a QP detektor?