

TTL áramköri elemekkel felépített berendezések zaj-zavar védettsége (II. rész)*

ETO 621.391.322;621.382.3;681.326.6

Tervezési szempontok, ajánlások

A zaj-zavar védettségi vizsgálatok — amit a tanulmány első részében ismertettünk — eredményeiből levonható következtetéseket összegyűjtve az alábbiakban ismertetjük. Az egyes tervezési szempontokhoz általában nem adunk külön magyarázatot, mivel ezek az előzőekben ismertettek egyenes következményei.

Természetesen nem volt célunk a hibás logikai tervezésből adódó „zavarokkal”, hazardokkal foglalkozni, ezeket nem tekintjük a zaj-zavar problémakörhöz tartozóknak. Hibátlan logikai tervezést feltételezve az alábbiak szem előtt tartásával nagy valószínűséggel lehet elkerülni a zavarjelenségekkel eredő működési problémákat.

1. Konstruktív szempontok

Mechanikus konstrukció

A berendezés zárt fémszekrényben legyen elhelyezve. A fémszekrényen levő nyílás, rés legnagyobb mérete a 150 mm-t ne haladja meg. A berendezés huzalozása, kábelezése — a más készülékekkel összekötő kábeleken kívül — a fémborításon belül történjen.

A hálózati kábel a berendezés belsejében a lehető legrövidebb úton haladjon, távol minden más huzaltól, kábeltől. Feltétlenül elkerülendő az árnyékolatlan kábelek (kifejtett kábelszakaszok), szalagkábelek, a huzalozás és a hálózati kábel közeli (300 mm-en belüli), párhuzamos vezetése. Ajánlatos a hálózati zavarűrészt közvetlenül a hálózati kábelnek a berendezésbe való beérkezésénél elhelyezni. A szűrt hálózati vezeték semmi esetre se haladjon a bejövő, szűrőtlen vezeték mellett.

Amennyiben a hálózati kábel szűrőtlen szakaszát 100 mm-nél nagyobb távolságra kell vezetni a berendezésen belül, a hálózati kábelt árnyékolni kell (pl. a készülék fémvázában, belül vezetni).

Fenti szempontokat természetesen csak a vonatkozó élet- és vagyónbiztonsági szabványok követelményeinek egyidejű figyelembevételével szabad tekinteni!

Elektromos konstrukció

A tápfeszültségek a tápegység és a logikai rész között a lehető legrövidebb úton legyenek vezetve. A hozzávezetés olyan legyen, hogy rajta a +5 V-os tápfeszültségnél a legtávolabbi kártya és a tápegység

között max. 100 mV feszültség essék (az 5 V-os és a 0 V-os vezetők együttesen 100 mV). A 0 V-os vezeték ehhez képest legalább kétszeres keresztmetszetű kell legyen.

A tápfeszültségek és a hálózati kábel egymástól messze haladjon, és semmi esetre sem párhuzamosan.

A berendezésben a 300 mm-t meghaladó vezetékeket kerülni kell.

A rack-ek összekötésére szalagkábeltséget célszerű használni.

Különböző feszültségű jeleket lehetőség szerint ne vezessünk közös szalagkábelben.

A szalagkábelek és a hálózati kábel ne haladjon párhuzamosan, 300 mm-nél közelebb.

A berendezéshez csatlakozó készülékek összekötésére árnyékolt kábelt kell használni. A TTL szintű jelekkel közös kábelben más feszültségű jelek ne haladjanak.

A 200 cm-nél hosszabb kábelek esetén a TTL szintű jeleket feltétlenül, de a más feszültségű jeleket is ajánlott sodrott érpáron vezetni, amelynek az egyik ere a jelvezeték, a másik ér pedig a logikai 0-ra van kötve mindkét oldalon. A sodrott érpárt a kábelcsatlakozótól egészen a jelet adó, illetve fogadó kártyáig el kell vinni, és a földpotenciálú eret ott kell 0 V-ra kötni.

A rack hátoldalán, a huzalozás alatt hátsó nyomtatott áramköri lap alkalmazása javasolható. A hátsó lap huzalozás felőli oldala logikai 0 V potenciálú legyen (nagy felületű földfólia), a másik (kártyák felőli) oldala tápfeszültségek, logikai jelek vezetésére felhasználható.

Több rétegű lapot használva a különböző feszültségű tápfeszültség rétegeket 0 V potenciálú rétegek válasszák el egymástól, és a huzalozáshoz legközelebb eső réteg változatlanul földpotenciálú legyen.

2. Elektromos szempontok

Hálózati rész

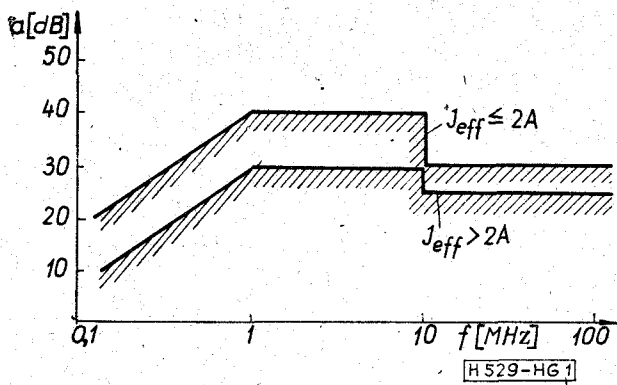
A berendezésben a bejövő hálózati vezetéken zavarűrészt kell használni. Az alkalmazott zavarűrészt elem beiktatási csillapítása — a 220 V-ról felvett áramtól függően — az 1. ábrán jelzett értéknél nagyobb kell legyen. Ilyen csillapítás-karakterisztikát pl. a 2. ábrán látható kapcsolású, Siemens zavarűrésztel lehet biztosítani.

A berendezéssel összekábelezett más készülékeket vagy hasonló hatékonyságú zavarűrésztel kell ellátni, vagy ezen készülékek hálózati táplálását a berendezésünkben a zavarűrészt után kell megoldani.

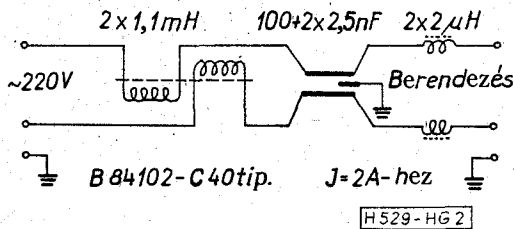
Kefés motorok és a hálózatot szaggató-kapcsoló relék érintkezőinek szikraoltását a 3. ábrán látható kapcsolásokkal lehet biztosítani.

Beérkezett: 1977. VI. 14.

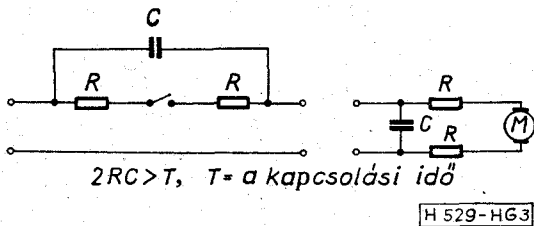
* Az első rész lapunk 1977. 10. számában jelent meg.



1. ábra



2. ábra



3. ábra

Tápegység, tápfeszültségek

A transzformátor szekunder körében, a stabilizátor bemenetén, valamint a stabilizátor kimenetén is egy-egy nagyfrekvenciás szűrőkondenzátor szükséges.

A +5 V-os tápfeszültség stabilitása ±50 mV-nál rosszabb nem lehet.

A berendezésben a logikai nullán (0 V) kívül más nulla feszültség használata is szükséges lehet, ha a terhelés jellege és mértéke (pl. nagy induktív terhelés 10 V-nál nagyobb feszültségen) ezt indokolja. Ilyenkor a következőket kell betartani:

- a különböző nulla feszültségű jelek egymással és a logikai nullával (0 V) csak egy ponton, a tápegység kimenetén köthetők össze,
- a külön nullával rendelkező tápfeszültségeket a logikai 0 V-hoz szűrni nem szabad,
- a +5 V-ról működő áramkörök földje csak a logikai nulla lehet,
- a külön 0-val rendelkező tápfeszültségről működő áramkörök jeleit csak külön szalagkábelben szabad vezetni, amelynek a földvezetékei erre a külön 0 V-ra vannak kapcsolva. Nem szabad különböző földű jeleket közös szalagkábelben vezetni.

Különböző tápfeszültségeket egymáshoz szűrni (kapacitíven vagy induktívan csatolva) nem szabad.

Minden tápfeszültséget csak a saját nullájához szabad szűrni.

3. Elektronika

Logikai kártyák

A tápfeszültségeket a dinamikus terhelések helyén meg kell szűrni. A logikai 5 V-on a szűrés mértéke olyan legyen, hogy a dinamikus terhelés következtében a tápfeszültség-változás a 100 mV-ot ne haladja meg. Egyéb tápfeszültségeknél ezt az értéket a tápegység és a terhelő áramkörök specifikációja szabja meg. A szükséges szűrőkondenzátor érték terhelésenként a

$$C = \frac{Q}{U}$$

összefüggésből számolható, ha a kondenzátor közvetlenül a terhelés mellett van (a vezeték ellenállása kisebb mint 10 mΩ, azaz $l < 15$ mm).

- TTL áramkörök esetén ez kapcsoló kapunként 1 nF nagyfrekvenciás kondenzátort jelent, ami IC tokra vonatkoztatva az 5 V-ról felvett teljesítmény (ezt tartalmazzák a katalógusok) függvényében

$$C = 1 \text{ nF} / 10 \text{ mW}$$

- Ha a kondenzátor nem közvetlenül a szűrendő IC mellett van, akkor vagy figyelembe vesszük a járulékos ellenállást számítással, vagy a gyakorlatban kielégítő közelítést ad, ha a kondenzátor névleges értéke helyett a legnagyobb tűrési minimális értékkel számolunk. De a szűrőkondenzátor és az IC tápfeszültség pontjai közötti fólia ellenállása semmi esetre sem lehet nagyobb 50 mΩ-nál.

Minden kártyánál célszerű a fenti szűrésen túl az 5 V-t közvetlenül a csatlakozóknál egy 47–220 μF értékű tantál kondenzátorral is megszűrni.

A lapon belül egy jelvezeték teljes hossza a 300 mm-t ne haladja meg.

Nem célszerű a lapról a bistabil multivibrátorok (triggerek) kimeneteit közvetlenül kivezetni, mivel ezek az áramkörök általában a magas állapotú kimeneteikre kerülő alacsony szintű impulzusok hatására átbillennek, azaz az áramkör kimenetére jutó zavar az áramkör stabil hamis állapotát eredményezi. Ezért ne menjen ki a nyáklapról az a jel, ami:

- SN 7475 típusú áramkör kimeneti jele,
- SN 7493 típusú áramkör kimeneti jele,
- gyorskapcsolású triggerek (Pl.: SN 7474, R-S stati) több mint két egységgel terhelt kimeneti jele,
- léptető regiszterek kimeneti jele.

A totem-pole végződésű NAND-kapuk kimenetei csak akkor köthetők párhuzamosan, ha bemenetük is párhuzamosan van vezérelve, és azonos csipen található. Ha több kaput kellene párhuzamosan kötni, mint amennyi egy csipen található, akkor a párhuzamosan kötött kapukkal azonos csipen levő maradék kapuk bemenetét a 0 V-ra kell kötni és a kimenetét szabadon kell hagyni. Ebben az esetben a szükséges szűrőkondenzátor értéke a fentiek alapján kiszámíthatóhoz képest annyival szorzandó, ahány csipet használtunk.

$$C_p = n \cdot C,$$

ahol C_p a párhuzamosan kötött kapuk esetén szüksé-

ges kondenzátor értéke. n a párhuzamosan kötött kapuk által elfoglalt csípek száma, C az előzőekben írtak alapján számított szűrőkondenzátor értéke.

A fel nem használt kapuk bemenetét a kisebb táp-áramfelvétele érdekében célszerű a 0 V-ra kötni.

A kapuáramkörök szabadon maradó bemenetét vagy egy azonos logikai funkciójú bemenettel kötjük párhuzamosan, vagy a nyáklapon belül kialakított „H” pontra kötjük NAND bemenetnél, illetve 0 V-ra kötjük NOR bemenetnél.

Egy kapu párhuzamosan kötött bemenetei alacsony bemenő szint esetén csak egy egységterhelést jelentenek, magas bemeneti szint esetén annyi, ahány emitter párhuzamosan van kötve. Egy normál kimenet általában magas kimenőszint esetén kétszer annyi terhelést bír el, mint alacsonynál. Pl. egy 7400-as kapu kimenetéről 5 db párhuzamosan kötött 4 bemenetű kapu (összesen 20 bemenet) meghajtható.

A „H” jelű pont a nyáklapon kétféleképpen alakítható ki:

- egy szabadon maradó kapu bemenetét 0 V-ra kötjük, a kimenete a fixen magas „H” pont NAND-kapu esetén, ez 20 db bemenettel terhelhető,
- egy R értékű ellenállás egyik végét a +5 V-ra kötjük, a másik vége a „H” jel. Ez maximum „ n ” db bemenettel terhelhető, és

$$\frac{2V}{0,04mA} \geq n \cdot R.$$

A monostabil multivibrátorok időzítő elemeit közvetlenül a multivibrátor mellé kell tenni, a hozzávetés az időzítő elemek és az IC lábak között az 50 mm-t nem haladhatja meg.

Kábelek meghajtása, lezárása

A berendezést a kapcsolódó készülékekkel árnyékolt kábellel kell összekötni. Amennyiben a kábelcsatlakozótól a logikai kártyáig az összekötést szalagkábel biztosítja, a kábel hullámellenállása 100 Ω körüli értékű legyen, közel azonos a szalagkábelével.

A kábelt az adó és a vevő oldaton is a hullámellenállással közel azonos értékű ohmos ellenállással (ellenállás taggal) kell lezárni. A tranzisztoros áramkörök méretezésénél ezt feltétlenül figyelembe kell venni.

A TTL szintű jeleket vevő áramkörök a 4. ábrán látható kapcsolásúak lehetnek. Az *a*) ábrán látható kapcsolásnál a szabadon hagyott (levegőben lógó) bemenet alacsony szintű, ha $R < 500 \Omega$, és a kábelt meghajtó (jelet adó) áramkör Z_0 impedanciával van terhelve. A *b*) ábra szerinti kapcsolásban a szabadon hagyott bemenet magas szintű, és a meghajtó áramkör alacsony kimeneti szint esetén $1,6 + 4,5/R_1$ mA-rel van terhelve (R_1 értéke kΩ-ban).

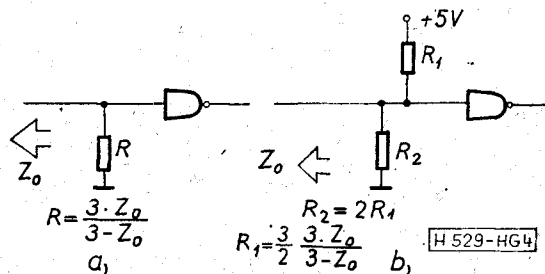
A TTL szintű jeleket adó, kábelt meghajtó áramköröknél célszerű a nyitott kollektoros kapukat használni, és a kollektor ellenállással a hullámellenállást közelíteni. Ennek hátránya, hogy csak magas kimenő szint esetén biztosít lezárást. Az 5. ábrán látható kapcsolás ezt segít kiküszöbölni, 150 Ω körüli hullámellenállású kábel esetén totem-pole végződésű kapu is használható.

A fenti megoldások 100 kHz-nél nem nagyobb frekvenciájú jelek átvitelére alkalmasak. A 10 μsec, vagy

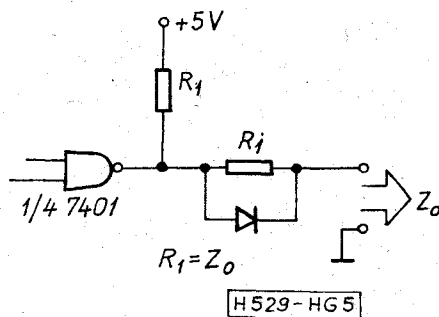
annál nagyobb ismétlődési idejű jelek meredek fel- és lefutását célszerű lecsökkenteni. Ezt pl. a kimenettel párhuzamosan kötött 1 nF értékű kondenzátor biztosíthatja.

Ha a kábelen 100 kHz-nél nagyobb frekvenciájú jelek átvitele szükséges, akkor 95 Ω hullámellenállású koaxiális kábelt célszerű csatlakozó kábelként alkalmazni. A kábelt az SN 75123 típusú áramkörrel kell meghajtani, és a jeleket az SN 75124-es áramkörrel kell venni, a 6. ábrán látható elrendezés szerint.

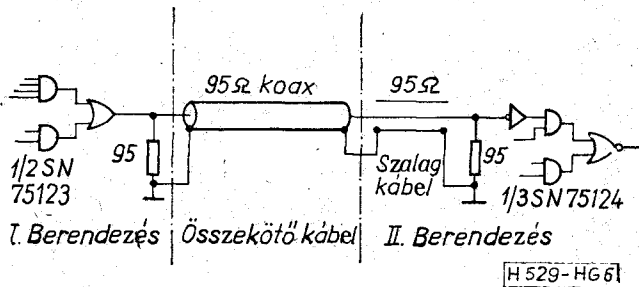
Ha koaxiális kábel nem biztosítható, de 100 kHz-nél nagyobb frekvenciákat akarunk átvinni, akkor a sodrott érpáru kábel is alkalmazható pontosan méretezett lezáró impedanciák esetén.



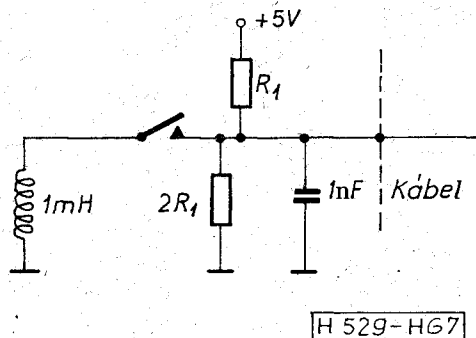
4. ábra



5. ábra



6. ábra



7. ábra

Ha kontaktusos kapcsolók jelét kell a kábelben vezetni, célszerű a 7. ábrán látható kapcsolást alkalmazni. A kapcsolat a kontaktus pergését nem szünteti meg, csak a jel meredek éleit és túllövéseit csillapítja.

Huzalozás

A logikai kártyákat a rack-ben úgy kell elhelyezni, hogy az alkalmazott alsó és felső fél rack között minimális legyen a vezetékek száma és hossza.

Egy jel huzalozásának teljes hossza max. 300 mm lehet, de a legrövidebb hosszra kell törekedni.

A huzalozás szempontjából megkülönböztetünk „veszélyes” és „nem veszélyes” vezetékeket. Veszélyes vezetékek:

- órajel vezetékek,
- trigger kimeneti jeleinek vezetékai,
- trigger nem mintavételezett bemeneteinek vezetékai,
- léptető regiszterekhez menő vezetékek,
- számlálókhoz menő vezetékek.

Az összes többi nem veszélyes vezeték. A veszélyes vezetékek hossza $0 < l < 150$ mm. Ezeket kell először behuzalozni, hogy a hátsó nyáklap földfelületéhez közel legyenek.

Amennyiben valamelyik veszélyes vezetékre az $l < 150$ mm nem tartható, úgy azt sodrott ér páron kell huzalozni. A jelvezeték földvezetékekkel soradjuk össze, amelyet a legrövidebb úton mindkét végén a

jelet adó és vevő nyáklap földpontjára kell kötni. A sodrás mértéke minimum 100 ford/m. A sodrott vezetékeket kell utoljára behuzalozni.

A nem veszélyes vezetékek hossza $0 < l < 300$ mm. Ezeket kell a nem sodrott veszélyes vezetékek után szerelni. Ha az $l < 300$ mm valamelyik vezetékre nem tartható, akkor szalagkábel vagy sodrott vezeték célszerű használni, és ezeket kell a veszélyes sodrott vezetékek után szerelni.

I R O D A L O M

- [1] R. L. Morris—J. R. Miller: Designing with TTL Integrated Circuits. Texas Instruments Incorporated. McGraw—Hill, 1971.
- [2] D. K. Lynn—C. S. Meyer—D. J. Hamilton: Analysis and Design of Integrated Circuits. Motorola Inc. McGraw—Hill, 1967.
- [3] Das TTL — Kochbuch. Texas Instruments Deutschland GmbH. 1972.
- [4] B. Heniford: Noise in 54/74 TTL Systems. Texas Instruments Deutschland GmbH. CA—108. Dec. 69.
- [5] The TTL applications handbook. Fairchild Semiconductor. August. 1973.
- [6] Funk — Entstörbauelemente Datenbuch 1974/75. SIEMENS
- [7] Dr. Ruppenthal P.: Logikai áramkörök zavarérzékenysége. Híradástechnika, XXIV. 7. sz. 207—214.
- [8] Czapolai I.: Digitális berendezések zajproblémái. Mérés és Automatika, XXIV. 1976. 8. sz. 288—292.
- [9] Halmi G.: Zaj-zavar védettségi vizsgálatok. TERTA fejlesztési tanulmány, 1976. okt.
- [10] Halmi G.: TTL áramköri elemekkel felépített berendezések zaj-zavar védettsége I. Híradástechnika, XXVIII. 10. sz.