

100 MHz-es, 6 digites frekvenciamérő

Nagy Miklós

Manapság a frekvenciamérő már alaplámpák tekinthető, nélküle számtalan áramkör építéséről kell lemondanunk. A következőkben valószínűleg a hazai szakirodalomban publikált legolcsóbb digitális frekvenciamérő működési és építési leírását közöljük. A kis műszer jól alkalmazható az amatőr gyakorlatban, amennyiben 10 Hz és 100 MHz közötti frekvencia mérésével megelégszünk.

A műszer főbb műszaki adatai:

Méréstartomány:	10 Hz... 100 MHz
Méréshatárak:	10 Hz... 1 MHz
	500 kHz... 10 MHz
	500 kHz... 100 MHz
Bemeneti ellenállás:	1 MΩ
Érzékenység:	500 kHz-en: 50 mV _{CS-CS}
	27 MHz-en: 30 mV _{CS-CS}
	100 MHz-en: 200 mV _{CS-CS}

Kijelzés:	6 digites, hétszegmen- ses LED-display
Mérési idő:	1 s (folyamatos kijel- zés, túlsordulásjel- zés)
Táplálás:	9...20 V DC, I _{max} : 220 mA

A speciális IC-k korában (ICM-sorozat stb.) anakronisztikusnak tűnhet ez a kapcsolás. Ne felejtjük el azonban, hogy a frekvenciamérő chipek amilyen drágák, olyan nehezen szereshetők be. Ismert amatőr körökben az a Murphy-törvény, miszerint egy drága alkatrész élettartama fordítottan arányos annak árával és beszerzési nehézségeivel. Egy véletlen elköltés a több ezer forintos IC-t az első bekapcsoláskor tönkretetheti.

Műszerünk zömében CMOS integrált áramkörökből épül fel, csupán a

nagysebességű előosztó tartalmaz 2 db SN74S196 típusú gyors TTL számlálót (1. ábra). Fő egységei:

- kvarcoszcillátor- és órajelosztó (Q, IC₃, IC₄ és passzív hálózata),
- vezérlőegység a Clock, Latch, Reset jelek előállítására (G₁...G₄)
- bemeneti erősítő/előosztó/jelformáló (T₁...T₃, IC₁, IC₂),
- 6 dekádás aszinkron decimális számlánc/Latch/BCD-7 szegm. dekóder/LED kijelzőegység (IC₆...IC₁₅, LD₁...LD₃)
- stabilizált tápegység (D₁...D₃, IC₁₅).

Az áramkör működése

Az órajelet és vezérlőjeleket előállító egység.



AMIRE MINDIG LEHET SZÁMÍTANI! 75 ohm-os CSILLAPÍTÓK

MECHANIKUS ADATOK

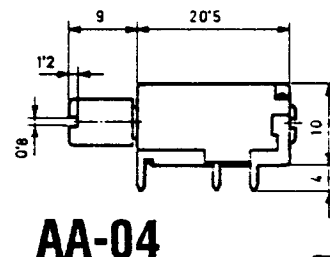
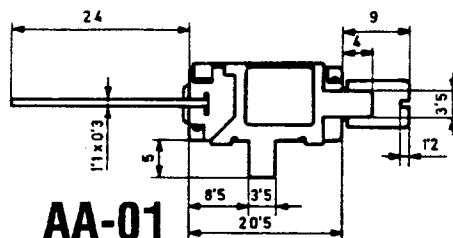
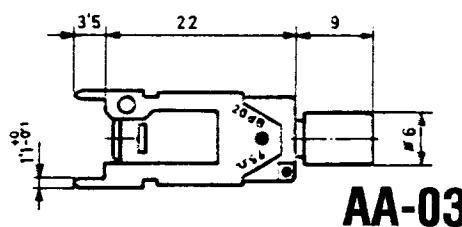
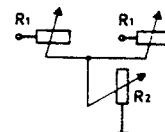
Tokozás
Működtetés
Forgatási tartomány
Forgatónyomaték
Ütköztetés

ELEKTROMOS ADATOK

Ellenállásréteg
Csúszóérintkező
Hullámellenállás
Illesztés 50-800 MHz-nél
Névtelen csillapítás és túsés
Legkisebb csillapítás
Hőmérsékleti tartomány
DIN 40040 szerinti alkalmazási besorolás

- acél/műanyag, portól védett
- szigetelő anyagból készült túske
- 3 körülforgatás
- Ø4,5 - 3 Ncm
- túlforgulás ellen biztosított

- szén
- fém
- 75 Ohm
- S ≤ 2
- 20 dB +6 -4
- ≤ 0,5 dB
- -25 °C...70 °C
- HSF



Forgalmazó



GMK

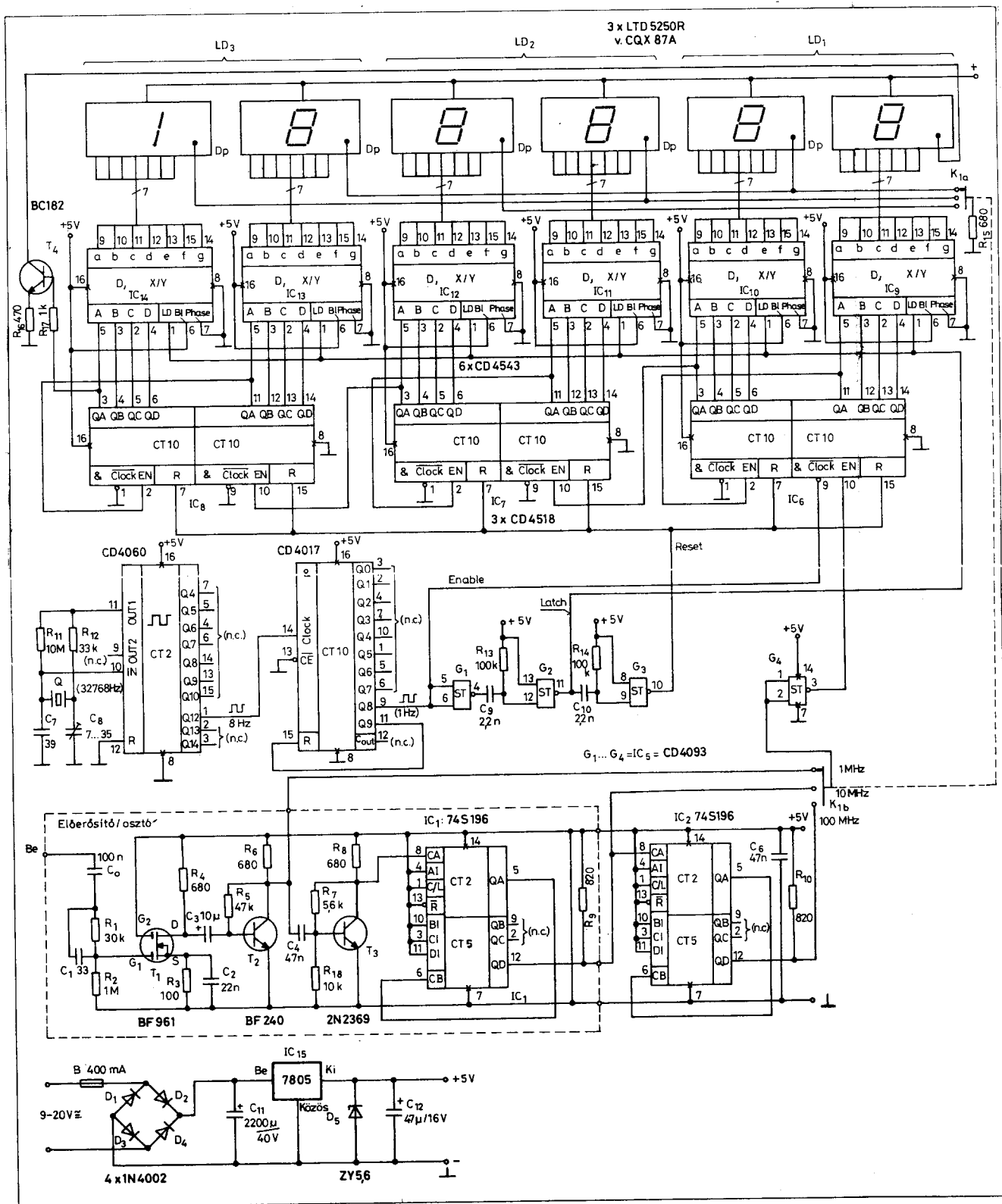
1033 Budapest, Zab u. 11.

Tel+Fax: 1670-180

A 32 768 (2¹⁵) Hz-es órajelet az IC₃, CD4060 belső invertereivel felépített kvarcoszcillátor szolgáltatja.

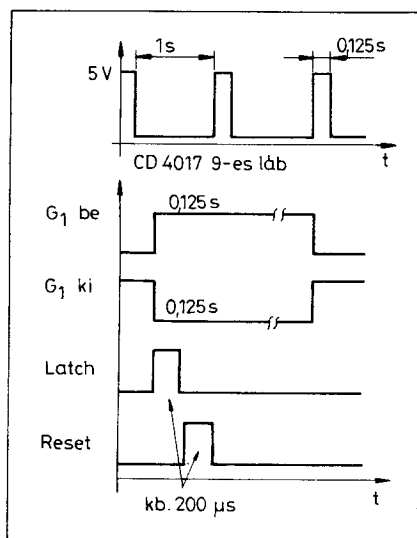
A kvarc és a kiegészítő RC-elemek az IC 10, 11. lábaira csatlakoznak. A C₇, C₈ kondenzátorral kismértékben be-

folyásolható a frekvencia. Mivel a C₈ trimmerkondenzátor, ezzel végezhetjük el a kalibrálást.



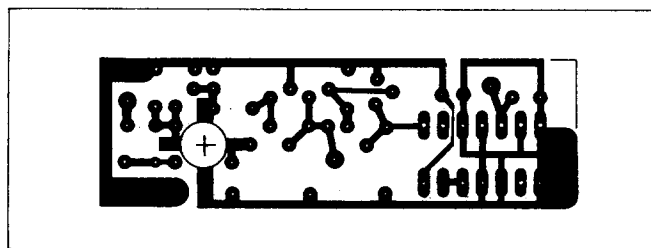
1. ábra

1993/5



2. ábra

4060 egy 14 fokozatú bináris osztót is tartalmaz. A Q12 kimenetről – modulo 212 osztás – 8 Hz-es négyszögjel kapunk (periódusidő: 0,125 s). Ezt



3. ábra

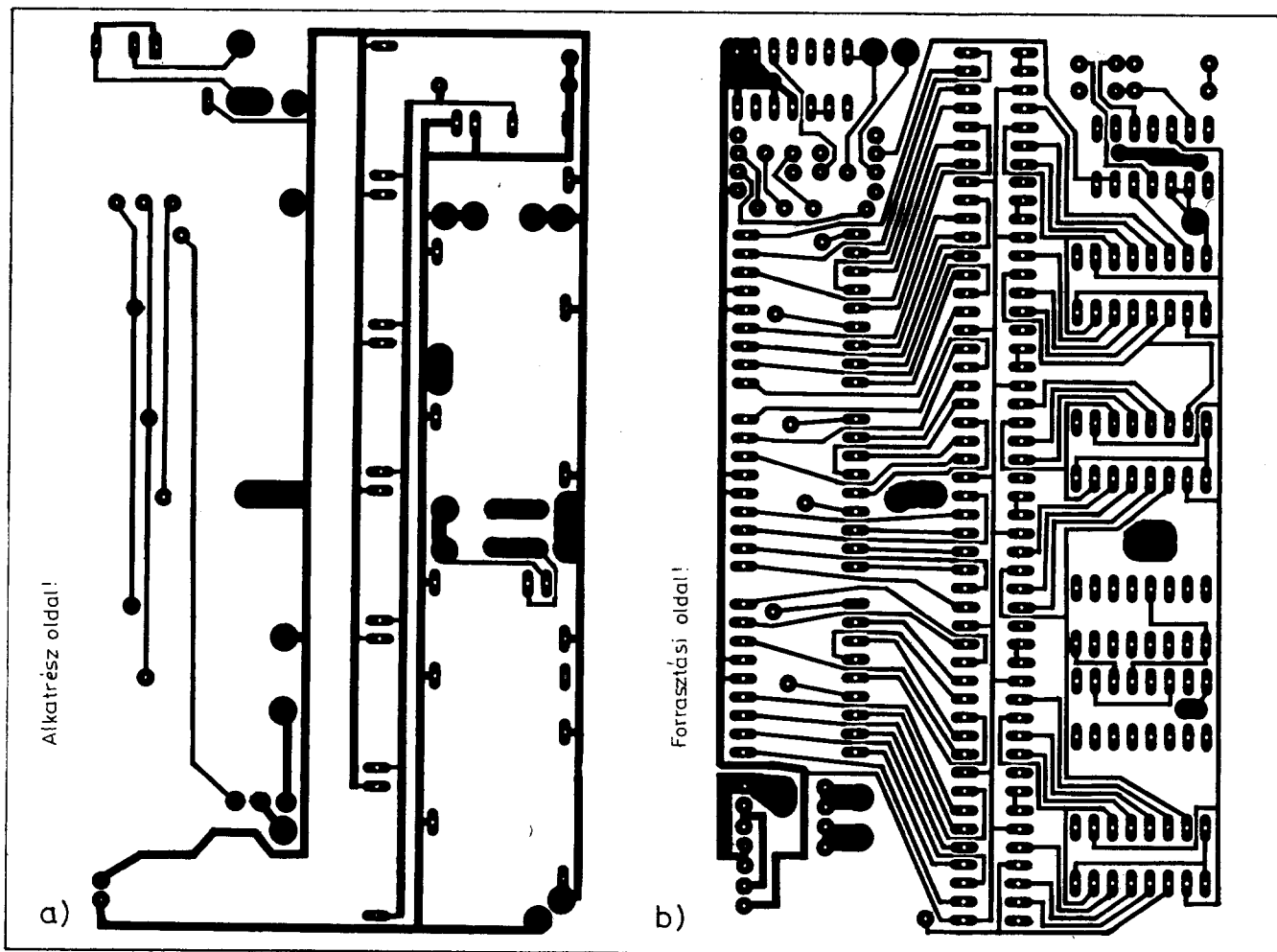
a jelet egy modulo 8-as számlálóra vezetve kapjuk az 1 Hz-es – Enable engedélyezőjelet. Ez a jel minden mérési periódusban 1 s időtartamra alacsony szintű, a mérendő jel számlálása ezen idő alatt folyik.

A mérési ciklus további, 0,125 s időtartamú szakaszában történik meg a Latch átírása, majd a 6 digités számlálólánc törlése. A fenti időzítést az IC₄, decimális Johnson-számlálóval oldottuk meg. A számláló Q8 kimenete – az IC utolsó Reset-jétől számítva – 1 s ideig alacsony, majd 0,125 s időtartamra magas szintű. Ez-

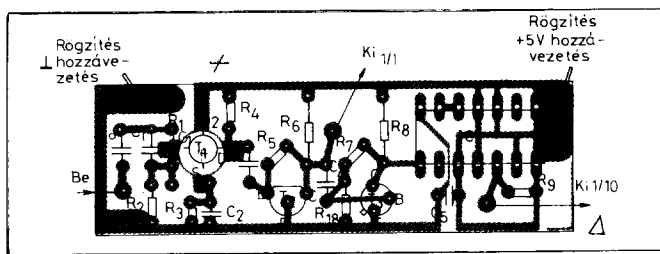
után a Q9 kerül L szintre, ami újabb Reset-et eredményez. A leírt ciklus folyamatosan ismétlődik.

A Q8 felfutó élét G₁ Schmitt-trigger invertálja. A számlálási idő végén tehát az így keletkező lefutó él a C₉, C₁₃ által differenciálva rövid időre bebillenti a G₂ Schmitt-triggert. A Latch-impulzus időtartama mintegy 200 μs. Ezen impulzus lefutó éle a C₁₀, R₁₄-en keresztül hasonló módon bebillenti G₃-at. A Reset szintén 200 μs időtartamú.

Az elmondottakat a 2. ábra időzítési diagramjai jól illusztrálják.



4. ábra



5. ábra

zat szintén földelt emitteres kapcsolású, ennek kollektoráról hajtjuk meg IC₁ 8-as bemenetét. Az 1 MHz-nél magasabb frekvenciájú szinuszel felfutási meredeksége elegendő a TTL számláló biztonságos léptetéséhez, így T₃ és IC₁ közé nem kell külön négyesítő fokozat. Mind IC₁, mind IC₂ modulo 10-es osztó, a be-

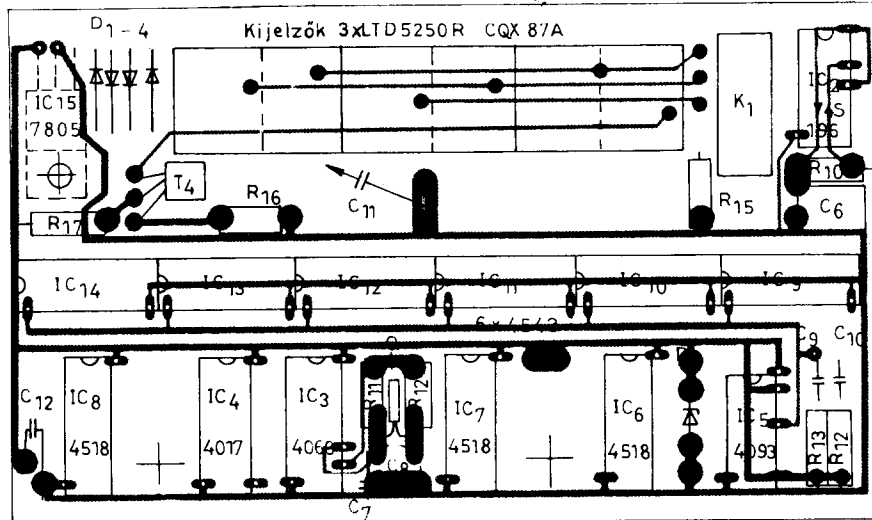
Bemeneti erősítő és előosztó

A bemeneti erősítő egyszerű felépítése ellenére megfelelő érzékenységet biztosít: 27 MHz-en 30 mV_{cs-cs} jelet már feldolgoz a számláló számára.

A mérendő jel az R₁, C₁-en keresztül a T₁ MOS-FET G₁ elektródájára kerül. R₁ feladata az áramkorlátozás abban az esetben, ha a FET védődiodái a tápfeszültséget meghaladó amplitúdójú bemeneti jel hatására kinyitnak.

R₂ kisebb amplitúdójú jelekre nézve állítja be az 1 MΩ-os bemenő ellenállást.

A FET-es fokozat feszültségerősítése kb. 5-szörös. A drainról vezetjük tovább a jelet a T₂ földelt emitteres, nagy feszültségerősítésű fokozatra. A következő - T₃ és környezete - foko-



(• = huzal-átkötések a két csatl. között)

6. ábra

1024 Budapest, Lövéház u. 3.
Tel.: 135-9165, tel./fax: 115-1851

LEADER

oszilloszkópok

1021 20 MHz 2 csatorna, 1 mV/div 49.900 Ft

1041 40 MHz 2 csatorna, 1 mV/div 104.050 Ft

1060 60 MHz 3 csatorna, 6 sugár, 500 µV/div 156.080 Ft

1100 100 MHz 3 csatorna, 6 sugár, 500 µV/div 233.910 Ft

generátorok

LFG 1300S funkció gen. 0,002 Hz ... 2 MHz 87.400 Ft

LFG 1310 funkció gen. 0,01 Hz ... 10 MHz 155.040 Ft

MOD 17A szignálgen. 100 kHz ... 450 MHz 25.110 Ft

MOD 27A audió gen. 10 Hz ... 1 MHz 28.510 Ft

LCG 404 pattern gen. PAL/SECAM 214.870 Ft

antennajel szintmérők

LFC 944C analóg kijelző, VHF/UHF 87.400 Ft

MOD 951 dig. 46 ... 870 MHz, 8 memóriás 189.790 Ft

MOD 952 dig. VHF/UHF/SAT 8 memóriás 318.000 Ft

AC millivoltmérők

LMV 181A 1 cs. 100 mV ... 300 V, 5 Hz ... 1 MHz 37.460 Ft

LMV 189AR 2 cs. 30 mV ... 100 V, 5 Hz ... 1 MHz 87.400 Ft

NEUTRIK

XLR hangtechnikai csatlakozók

3-4-5-6 pólusú hangfal csatlakozók

Klotz mikrofon kábelek 2x0,22

100 m fekete 60 Ft/m

100 m színes 80 Ft/m

BREMI tápegységek

BRS 26 13,8 V/3 A 2.710 Ft

BRS 29 5 ... 15 V/2,5 A 4.370 Ft

BRS 30 5 ... 15 V/2,5 A U/I kijelző 8.840 Ft

BRS 41 0 ... 30 V/5 A U/I kijelző 31.320 Ft

Frekvenciamérők

FC 1200 hordozható 10 Hz ... 1,2 GHz 18.880 Ft

TF 600 asztali, 5 Hz ... 600 MHz 37.670 Ft

Kézműszerek

3 1/2 dig. multiméter KIT 3.320 Ft

3 1/2 dig. multiméter 3.980 Ft

3 1/2 dig. multiméter, V/A/C/F 20 A 6.920 Ft

velléman-kit

3 1/2 dig. multiméter RS 232-vel 9.880 Ft

4 1/2 dig. multiméter, V/A/C/F 20 A 9.280 Ft

4 1/2 dig. multiméter RS 232-vel 11.980 Ft

MIC 4070 digitális RLC mérő 15.220 Ft

MIC 2060 digitális lakafog, 600 A 8.230 Ft

Forrasztópákák

Hakko 500 20 W/220 V 1.110 Ft

Hakko 501 30 W/220 V 1.110 Ft

Hakko 980 20/130 W 220 V 2.410 Ft

Weller 60 W 220 V 6.180 Ft

Ónszippantó, műanyag 610 Ft

Szkóp mérőfejek 6.900 Ft-tól

THANDAR

TG 101 funkciógen. 0,02 Hz ... 200 kHz 29.650 Ft

TG 501 funkció gen. 0,005 Hz ... 5 MHz 87.720 Ft

TH 301 dig. hőmérő, mérőfej nélkül 16.390 Ft

Hőmérőfej TH 301-hez 5.310 Ft

Telefaxok, telefonok

Vezetéknélküli telefon 900 MHz 22.000 Ft

Minősített páncélszekrények 19.000 Ft-tól

Tűzkazetták

A feltüntetett árak a 25%-os ÁFA-t nem tartalmazzák!

A műszereket és kiegészítőket raktárból árusítjuk, ill. katalógusaink alapján vállaljuk beszerzésüket. Üzletünk csomagküldő szolgálattal áll partnereink rendelkezésére.

Vidéki üzlethálózat

Kaposvár
VIDEO-M Kft. 7400 Kaposvár,
Kossuth L. u. 15. Tel.: 82/16-163

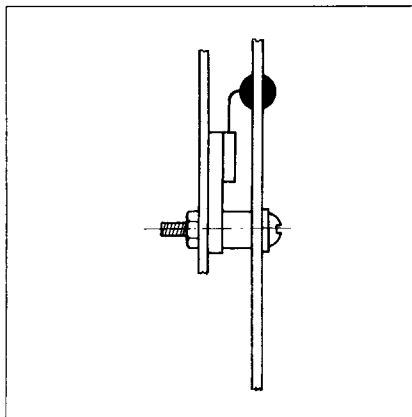
Miskolc
ELEKTRONIK Kft. 3530 Miskolc,
Hunyadi J. u. 44. Tel.: 46/344-816

Szeged
Audio NKV 6722 Szeged,
Bartók tér 5. Tel.: 62/26-333

Székszárd
OKT-EL Kft. 7100 Székszárd,
Béri Balogh Á. u. 16. Tel.: 74/14-068

Szombathely
DIGIT Kft. 9700 Szombathely,
Szt. Márton u. 37. Tel.: 94/12-480

Zalaegerszeg
VIDEO-M Kft. 8900 Zalaegerszeg,
Virág B. u. 10.



7. ábra

meneti fokozat tehát 1:1, 1:10, vagy 1:100 arányú frekvenciaosztást végez. A K_{1-b} a kívánt méréshatárnak megfelelő kimenetet választja ki és a G_4 -en keresztül a számlánc bemenetére vezeti.

A számláló-tároló-kijelző egység

A bemenő (mérendő) – előzőleg négyszögesített és szükség szerint leosztott frekvenciájú – jel a 4518 ket-tős decimális számlálókból álló 6 digit-es aszinkron számlánc első tagjának, IC_{6-a} -nak EN órajel-bemenetére kerül. Az engedélyezésre ennél a kapcsolásnál a Clock bemenetet használjuk. (Tulajdonképpen a Clock és az EN egyenértékű órajel-bemenetek, amelyek vezérlő szintjei ellentétesek. Az áramköri környezettől függ, hogy melyiket használjuk engedélyezésre és melyiket bemenetnek. Ezzel a „funkciócserével” érjük el, hogy a számlálás az IC_4 8-as kimenetének L szintje esetén legyen engedélyezve.)

A számlánc BCD kimenetei vezérlik az $IC_9 \dots IC_{14}$ átmeneti tároló/BCD-7 szegmens dekóder/meghajtó tokokat. Mivel közös anódos kijelzőket használunk, az IC-k 6-os választó bemenetét tápra kell kötni.

Latch-jel hatására a számlálók tartalma átíródik a 4543-ak tárolóiba, ezután a számlálókat a Reset nullázza. Az IC-k kimeneteire a szokásos soros áramkorlátozó ellenállások nélkül, közvetlenül csatlakoznak a kijelzők. Az IC kijelző-meghajtó FET-jeinek pár száz Ω -os csatorna-ellenállása helyettesíti a LED-kijelzőknél egyébként szükséges áramkorlátozó ellenállást. A kijelzőket az IC-k szegmensenként kb. 4 mA-rel hajtják meg. Ez a feltüntetett LTD 5250R piros kijelzővel jól látható fényerőt ad.

A K_{1-a} -val kiválasztott méréshatárnak megfelelő tizedespont LED-jét K_{1-b} aktiválja.

Az IC_{8-b} QD kimenetéről vezérelt T_4 hajtja meg a túlcsoordulásjelző LED-et. Túlcsoordulás esetén ez a LED mérési ciklusonként, azaz 1,25 s periódusidővel villog. Megjegyzem, hogy a LED jelzése kissé „hamis”: ha a legnagyobb helyiértéken a kijelzés 7-ről 8-ra vált, QD is szintet vált. Ilyenkor a LED felvillanása csak figyelmeztet a túlcsoordulás esélyére!

Stabilizált tápegység

A legegyszerűbb felépítésű hagyományos kapcsolás, amelyben a +5 V-os tápfeszültséget az IC_{15} állítja elő. A túlfeszültség elleni védelmet a D_5 , 5,6 V-os, nagyáramú Zener és a B biztosító együttesen látja el. Ha az átteresztő stabilizátor valamilyen meghibásodna és kimeneti feszültsége elérné a Zener letörési feszültségét, az azon átfolyó zárlati áram a biztosítót kiolvasztaná.

A műszer hálózati transzformátort nem tartalmaz. Bármilyen biztonsági transzformátort felhasználhatunk erre a célra, amely 300 mA áramot tud 9...20 V-os kapcsolófeszültségen biztosítani, tartós üzemben is. A csengőtranszformátor például még éppen megfelel.

Elkészítés

A műszer áramkörei két nyomtatott áramköri lapon helyezkednek el, az alappanel kétoldalon fóliázott. A kisebb, a jelformáló- és előosztó panel nyomtatási rajza a 3. ábrán, a műszer többi áramköri egységét hordozó alappanel nyomtatási rajza a 4. ábrán láthatók. A két nyákot gondosan készítsük el, de nem szükséges furatgalvanizált kivitel. (A *Rádiótechnika 1986-os évkönyvében bemutatott Alfasetes technológia például kiválóan megfelel. A szerk.*)

A K_1 számára \varnothing 1,2 mm-es, az IC_{15} -nek \varnothing 1mm-es, a többi alkatrész beültetéséhez pedig 0,8 mm-es furatokat készítsünk. A kifűrt, kimaratott nyákot vonjuk be gyantaoldattal, amely megvédi a korróziótól és megkönnyíti a forrasztást.

A forrasztást kizárólag földelt, kisfeszültségű pákával végezzük. A CMOS IC-k kényesek a statikus feltöltődésre, ezért szerelés közben kerüljük az erre hajlamos tárgyakat (pl. műszálas pulóver, szőnyeg stb.).

Először a két oldalt összekötő huzaláthidálásokat forrasztjuk be, majd az ellenállások, diódák, IC-k, kijelzők következnek. A kvarckristályt (kvarc karórába való kristály) utoljára forrasztjuk fel.

Az alkatrészek beültetése az 5., ill. 6. ábra szerint történik. A C_6 , C_7 , C_{12} , R_{10} , R_{11} , R_{12} , R_{15} , R_{16} , R_{17} , Q , D_5 az alkatrészoldalra kerül, de R_{15} , R_{17} egyik lábát a forrasztási oldalon is be kell forrasztani. Az IC_{15} , C_8 trimmer és C_{11} a forrasztási oldalon helyezkedik el. C_8 egyik pontját földre, a másikat az R_{12} és a kvarc közös pontjára kössük, miután ide \varnothing 1,5 mm-es furatot fúrunk.

Az IC_{15} -öt a 7. ábra szerint szereljük fel. Az IC közös pontja és kimenete mindkét oldalon forrasztandó. C_{11} pozitív kivezetését a $D_{1 \dots 4}$ alatti nyákfelületre a forrasztási oldalon, negatív kivezetését mindkét oldalon forrasztjuk be.

A T_1 számára a jelölt helyen \varnothing 6 mm-es furatot készítünk. A FET-et a forrasztási oldalon forrasztjuk fel.

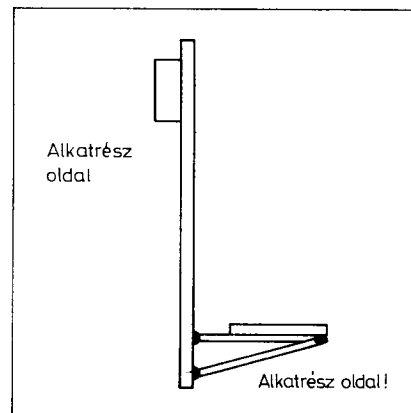
A bemeneti erősítő panel csatlakozópontjait vastag, rövid vezetékkel kössük össze az alapkártya megfelelő pontjaival (8. ábra).

A váltóáramú bemenet vezetékait a $D_{1 \dots 4}$ alsó, nagyobb fóliafelülettel ellátott pontjaira forrasztjuk.

Végül IC_4 9. lábát és IC_6 9. lábát kössük össze rövid, szigetelt vezetékkel.

Ezután a szerelt paneleket alaposan ellenőrizzük, hogy nincs-e valahol zárlat vagy szakadás, elkötés, illetve az alkatrészoldalra is be van-e forrasztva minden.

A készülékhez egyszerű dobozt készíthetünk 0,6 mm vastag horganyzott lemezből, a 9. ábra szerint. Festés, lakkozás és a plexiablak bera-



8. ábra

gasztása után beépítjük az elektronikát (2 db 20 mm-es, M3-as menetes távtartóval) és hálózati táplálás esetén a csengőreduktort. *Utóbbi esetben gondosan tartsuk be a kettős szigetelésű készülékekre vonatkozó érintésvédelmi előírásokat!*

Az előlapra szereljük fel a bemeneti csatlakozót (BNC, v. RCA-hüvely) és ha előosztót is szándékozunk használni, az annak táplálására szolgáló +5 V-ot kivezető banánhüvelyt. (Egy 1 GHz-es, 1:1000 osztásviszonyú előosztó kapcsolási rajzát a *Rádiótechnika 1990/7. számában* találjuk meg.)

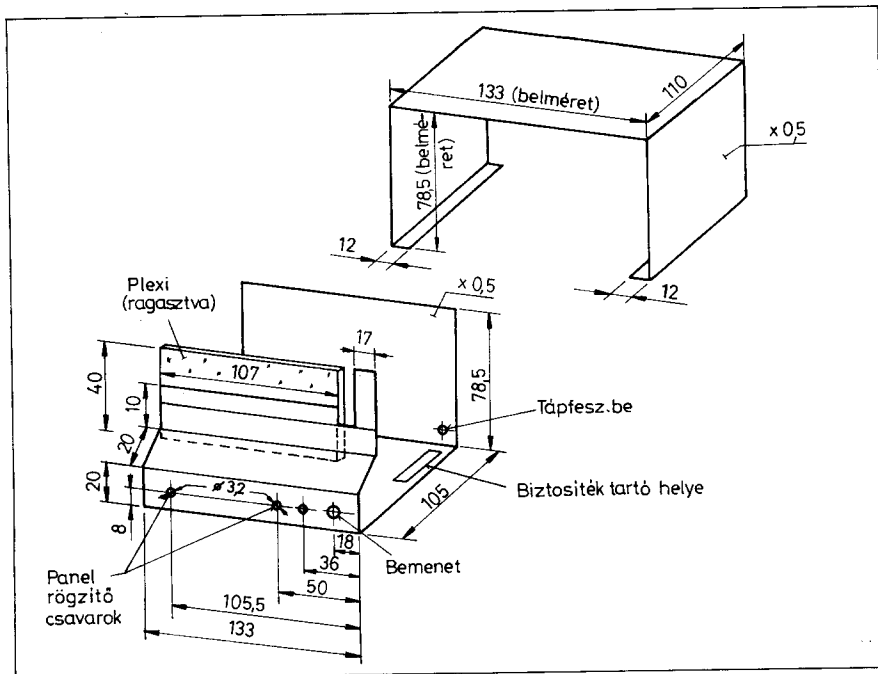
A biztosítót kis nyák-lemezre szereljük, amit a doboz belső felületére ragasztunk.

A doboz két részét célszerűen 4 db lemezcsavarral erősítjük egymáshoz.

Élesztés, kalibrálás

Ha mindent a rajzoknak és a leírásnak megfelelően készítettünk el, a műszer működőképes, és csak a kvarcoszcillátor frekvenciáját kell a névleges 32 768 Hz-re minél pontosabban beállítani. Ezt a műveletet lehetőleg dobozolás után végezzük, valamilyen nagypontosságú gyári kvarcoszcillátor (TCXO) vagy egy hitelesnek tekinthető, min. 7 digités frekvenciamérő segítségével. Az előbbi esetben a TCXO frekvenciáját mérve, utóbbival a kvarcoszcillátor leosztott frekvenciáját ellenőrizve az IC₃ 7. lábán (2048 Hz) C₈-cal állítjuk be a névleges értéket. Ha ez nem sikerülne, forrasszunk vele párhuzamosan egy 12 pF-os kerámia kondenzátort, az alkatrészoldalra.

Célszerű ellenőrizni a bemeneti fokozatok munkapontját is. A BF961 Drain-jén 2 V legyen, ez a tranzisztor válogatásával érhető el. A BF240 kol-



9. ábra

lektorán 2,3...2,5 V, a 2N2369 kollektorán 1,5 V legyen. Ezek a szintek R_s ill R_v cseréjével állíthatók be, bár a megadott – és javasolt – tranzisztortípusok esetén a rajz szerinti elemértékekkel ezek a munkapontok állnak be.

Több frekvenciamérő megépítése közben szerzett tapasztalataim szerint a következő hibák fordulhatnak elő:

– a bemenetet rövidre zárva a kijelző nem nullázódik.

A probléma ilyenkor az órajellel van, vagy nincs Latch-jel,

– előfordul, hogy a kvarc az alapkfrekvencia valamelyik harmonikusán rezeg. Ilyenkor C₈ növelendő,

– a mért érték minden mérési cik-

lusban hozzáadódik az előző értékhez; nincs Reset-jel,

– a kijelzőn egy-két szegmens nem világít. Szakadt a nyák,

– két szegmens fél fényerővel mindig egyszerre világít; zártatos a nyák.

Kedves Olvasóink!

Aki az anyagbeszerzéssel és a megépítéssel nem kíván foglalkozni, megrendelheti a kész, dobozolt, kalibrált frekvenciamérőt 5000 Ft-ért.

Ugyanez dobozolás nélkül, élesztve, kalibrálva 4200 Ft. Megrendelhető postai utánvétellel a következő címen: 2921 Komárom, Petőfi út 137. (Nagy Miklós) A fenti árakhoz a postaköltséget felszámítom.



SATCOM

Egy egyszerű hangmodulátor és videóerősítő építésével (RT '92/5. szám) kész a műholdvevője:

Hobbis egységcsomag: 5.800,- Ft-ért
Kültéri egységcsomag: 10.000,- Ft-tól

Megvásárolható: 1035 Budapest III., Szentendrei út 19. ☎ 250-2061 Fax: 250-2004

MŰHOLDVEVŐ MODULOK!

ELEKTROTECHNIKAI ÉS KERESKEDELMI KFT.

Műholdas **SHARP** tunerek már **3.980,- Ft-ért**

RF bemenetű TV-hez **SHARP** videó modulátor már: **1.750,- Ft-ért**

Mitől dupláz a DTMF dekóderem, avagy az INTEL 8048 esete a túl hosszú megszakításkéréssel

Kőnig Imre

Tanmesénk egy konkrét, minden bizonnyal komoly érdeklődést keltett példa (*Viletel-Hegedűs: DTMF-dekóder, RT 1991/11, 12*) kapcsán az INTEL 8048 család megszakításkezeléséből adódó kellemetlenségek ellen igyekszik felvértezni az olvasót: egyben megoldást kínál az eredeti dekóder hibájára.

Valószínűleg senkit sem kell meggyőznünk a DTMF kód kínálta előnyökről. E cikk akkor még mit sem sejtő szerzőjét is elfogta a lelkesedés. Mivel azonban a 8748 programozását otthon nem tudta megoldani, áthangszerelte a kapcsolást külső EPROM-mal működő, bontásból származó 8049-re (fedőneve SD 23731), a felhasználóspecifikus információ számára pedig beépített egy soros EEPROM-ot. El is telt egy év, mire minden együtt volt. A szoftver adaptálása a megváltozott portcímekhez gyerekjátéknak bizonyult. A dekóder elindult, de túl jól működött: időnként kétszer vette be ugyanazt a DTMF kódot. Szerzőnk villámgyorsan összedobott egy tesztet, de a hardver csak nem akart hibásnak bizonyulni.

Ennyit az előzményekről, most lássuk a lényegét: A DTMF dekóder áramkör StD (megszakításkérő) jelének időtartama előre nem meghatározható, de a processzor működési sebességével összemérve annyira hosszú, hogy a jel még mindig aktív, amikor a megszakítási rutin már rég befejezte hasznos tevékenységét. Mivel megszakításban várakozni nemcsak tisztességtelen, de káros is (a timer IT nem jut érvényre), programozónk természetesen még a megszakítási rutinban letiltja a megszakítást, a főprogramba pedig az EN I utasítás

elé beépít egy csapdát. A főprogram – mint mindig – végtelen huroknak van kiképezve, hogy a folyamat akárhányszor ismétlődhessen. Példánkban a dolog valahogy így néz ki:

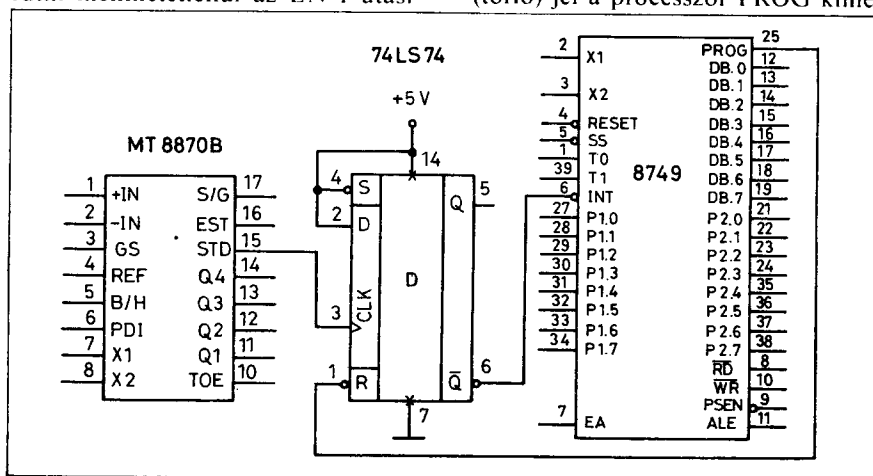
```
WAIT JN1 WAIT; várakozás a megszakításkérés végéig
EN I ; a megszakítás engedélyezése
JMP WAIT; főhurok záródik.
```

Ne lepődjünk meg azon, hogy a főprogram lényegében üres: valamennyi hasznos tevékenységet a két megszakítási rutin végzi.

Elégedetten dőlünk hátra, a program meg fogja várni a megszakításkérés végét, mielőtt a (már új) megszakítást engedélyezné. Vagy mégsem? Mi van, ha az engedélyezés után a megszakításkérés éppen a JN1 utasítás feldolgozása alatt érkezik? (Erre példánkban 40% az esély.) A válasz nyilvánvaló: a megszakítási rutin menthetetlenül az EN I utasí-

tásra tér vissza, és mivel a megszakításkérés még aktív, nyomban lefut újra, mi már csak a kétszeresített karaktert látjuk a kijelzőn. Ne áltassuk magunkat azzal, hogy a főhurok hosszabbá tétele, vagy új logikai változó bevezetése a problémát megoldhatná, ezekkel a módszerekkel csak a gyakoriságot csökkenthetjük, egész addig, amíg a jelenség időszakos kontakthibára kezd emlékeztetni. Nem egy processzort dobtak már ki amiatt, hogy a helytelen megszakításkezelést neki tulajdonították.

Mi hát a megoldás? Szerencsére több is van. Álmodozunk egy kicsit. A legjobb az lenne, ha az StD jel fel-futó éle hozná létre a megszakításkérést, és a processzor INT bemenetén az „L” szintet a megszakításkérés elfogadása után meg tudnánk szüntetni. Ez nem álmom, hanem egy fél LS74. Az 1. ábrán vázolt kapcsolás annyira egyszerű, hogy nem igényel bővebb magyarázatot. Néhány olvasónak talán furcsa, hogy a nyugtázó (törlő) jel a processzor PROG kime-



1. ábra