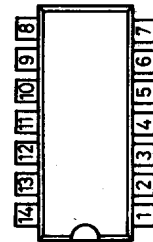


Szkópkalibrátor

A magasabb minőségi kategóriájú oszcilloszkópokba eleve beépít a gyártó egy ún. kalibrátort, amely igen meredek fel- és lefutású négyszögjelet szolgáltat, a mérőfej tranziensátvitelének beállításához. A legtöbb esetben valóban csak erre alkalmas az általában igen egyszerű áramkör, hiszen csak egyetlen - és ritkán kristálypontosságú - frekvencián (pl. 1 kHz környékén) működik és az amplitúdóstabilitása sem mindig megfelelő. Az alábbiakban egy „komfortosabb” kalibrátort ismertetünk. A kalibrálás céljáról, folyamatáról itt nem beszélünk, hiszen például a *Rádiótechnika 1996-os és 1997-es évkönyvében* e témáról részletesen szó esett.

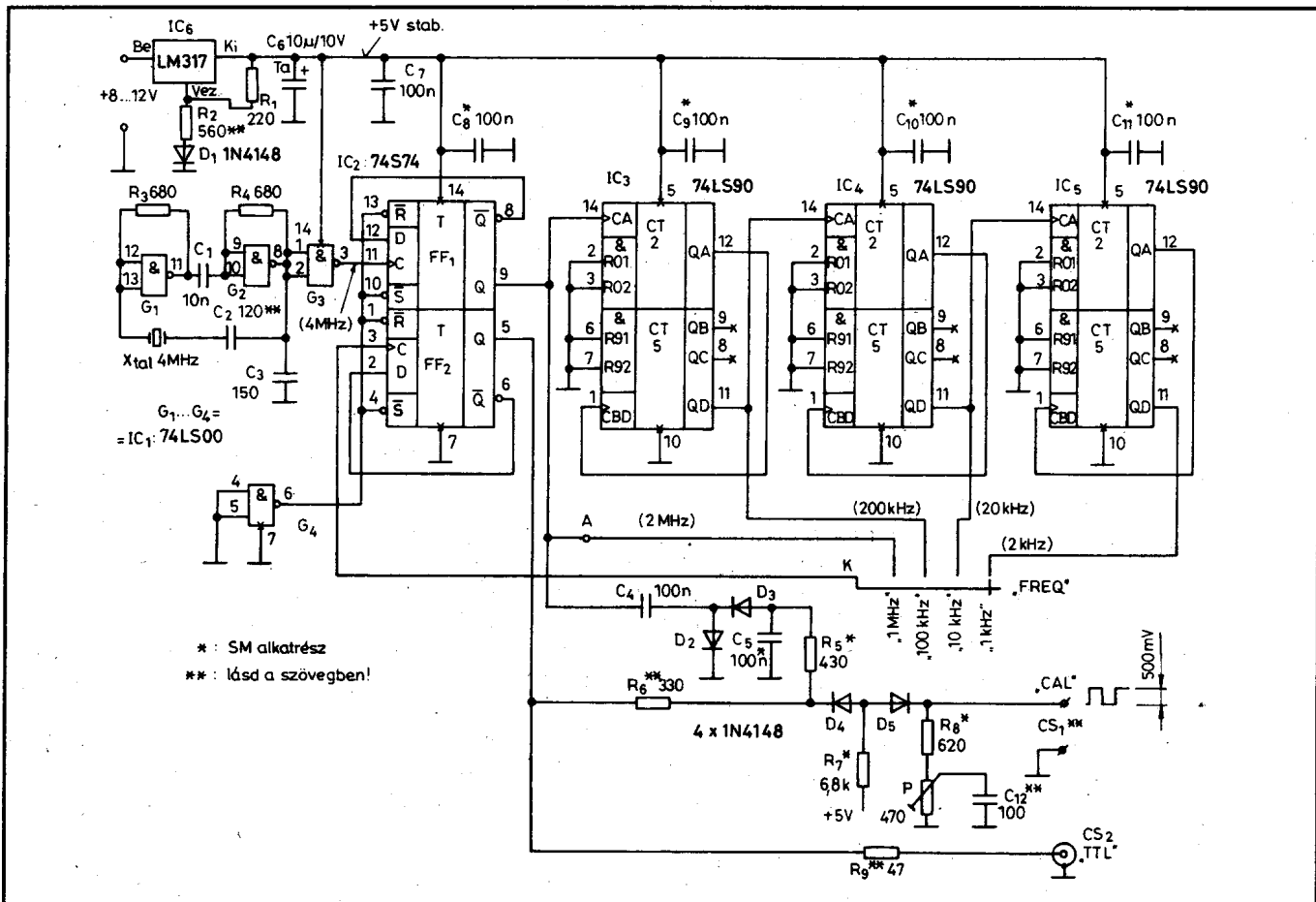
A most ismertetett áramkör is 50%-os kitöltési tényezőjű, igen nagy élmeredekségű négyszögjelet szolgáltat, amelynek azonban az amplitúdója is és a frekvenciája is kalibrált. Ráadásul az utóbbi a szokásos 1 kHz-es értéken kívül 10 kHz-re, 100 kHz-re, illetve 1 MHz-re is átkapcsolható. Ezzel a szkóp vízszintes eltérítési sebessége széles tartományban ellenőrizhető.

A kalibrátorkimeneten a fenti jelek 0,5 V_{cs-cs} amplitúdóval vannak jelen, kb. 800 Ω forrásimpedancián. Ezzel tehát nagyimpedanciás mérőfej vagy - rövid összekötőkábel közbeiktatásával - a szkóp direkt Y-bemenete ellenőrizhető. A kapcsolóval kiválasztott frekvenciájú, szimmetrikus jel egy TTL szintű kimeneten is hozzáférhető, így a kalibrátor TTL referenciafrekvencia-generátorként is



- 74LS00
- 1: be
 - 2: be
 - 3: ki
 - 4: be
 - 5: be
 - 6: ki
 - 7: 0 (GND)
 - 8: ki
 - 9: be
 - 10: be
 - 11: ki
 - 12: be
 - 13: be
 - 14: +U_T
1. kapu
2. kapu
3. kapu
4. kapu

1. ábra



Alkatrészjegyzék

Ellenállás:

- 1 db 47 Ω (R₆)
kis önindukciójú
- 1 db 220 Ω (R₁)
- 1 db 330 Ω (R₆)
kis önindukciójú
- 1 db 430 Ω (R₅) SM
- 1 db 560 Ω (R₂)*
- 2 db 680 Ω (R_{3,4})
- 1 db 6,8 kΩ (R₇) SM
- 1 db 620 Ω (R₈) SM
- 1 db 470 Ω trimmer-
potenciométer

Kondenzátor:

- 1 db 100 pF (C₁₂) SM
- 1 db 120 pF (C₂)*
kerámia
- 1 db 150 pF (C₃) kerámia
- 1 db 10 nF (C₁) kerámia
- 2 db 100 nF (C_{4,7})
kerámia
- 5 db 100 nF (C_{5, C₈...11})
SM
- 1 db 10 μF/10 V (C₆) tan-
tál

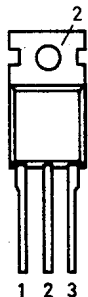
Félvezető:

- 1 db LM317 (IC₆) TO-220
- 1 db 74LS00 (IC₁)
- 1 db 74S74 (IC₂)
- 3 db 74LS90 (IC_{3...5})
- 5 db 1N4148 (D_{1...5})

Egyéb:

- 4 MHz-es kvarekristály
(HC-18, „drótlábú”)
- 4 állású, egyáramkörös
miniatűr kapcsoló (K)
- 50 Ω-os BNC-hüvely (CS₂)

*: lásd a szövegben



LM317

- 1: szabályozás
- 2: kimenet
- 3: bemenet

használható: a kimenet fan-outja 6 körüli.

Az aránylag kis méretű, lapos szerelesű nyákok egy nem túlminiatürizált oszcilloszkópba akár be is építhetjük. Mivel 8...12 V egyenfeszültségről működik, 9 V-ról kb. 75 mA áramfelvétel mellett, az oszcilloszkóp hálózati tápegységének alkalmas pontjára – esetleg egyenirányítás és szűrés után – csatlakoztatható.

Persze, különálló, dobozolt szervizműszerként is elkészíthető. Ez esetben a tápellátására egy stabilizálatlan DC dugasztáp vagy akár 2-3 sorba kötött laposelem is szolgálhat. Utóbbi esetben valamilyen telepellenőrző áramkörrel is gondoskodni kell. Egy erre, némi elemérték-módosítás után alkalmas kapcsolás például a *Hobby Elektronika* 1997/9. számának 297. oldalán levő rajz bal oldali részén található.

Működés

Az áramkör teljes kapcsolási rajza az **1. ábrán** látható. A rendszer 4 MHz-es alapfrekvenciáját a G₃ által puffert, G₁, G₂-n alapuló kristályoszillátor állítja elő. Ezt az IC₂ 1:2 frekvenciaosztónak bekötött FF₁ flip-flopja 2 MHz-re osztja le. A 2 MHz-es jel az IC₃...IC₅ dekád számláló bemenetére kerül. Az FF₁ 9. lábáról így 2 MHz-es, az IC₃ QD kimenetéről 200 kHz-es, az IC₄ QD kimenetéről 20 kHz-es, az IC₅ QD kimenetéről pedig 2 kHz-es jelsorozat vezethető el. A kiválasztás az előlapi K négyállású kapcsolóval történik. A kiválasztott jel az FF₂, szintén 1:2 osztó bemenetére kerül. Az osztó 5. kimenetén már rendelkezésre áll az 1 MHz-es, 100 kHz-es, 10 kHz-es vagy 1 kHz-es szimmetrikus, TTL szintű négyszögjel.

Az FF₁ 2 MHz-es kimenete nemcsak a decimális osztóra csatlakozik, hanem a C₄-D₂-D₃-C₅ Villard-Greinacher feszültségekészítő kaszkádra is, amely a diódás kapcsolófokozat számára állít elő negatív segéd feszültséget.

A kapcsolófokozat feladata a kalibrált szintű, minél meredekebb fel- és lefutású négyszögjel biztosítása. Garantálnia kell továbbá, hogy a CAL mérőcsatlakozón az FF₂ kimenetének alacsony szintje esetén 0, magas szintjénél pedig 500

mV jelenjen meg. Az erre szolgáló, D₄, D₅ gyorskapcsoló diódakon alapuló áramkör hasonlít az egyes modernebb EMG oszcilloszkópokban bevált konstrukcióhoz.

Tételezzük fel, hogy a FF₂ kimenete éppen L szintű (a mintadarabnál ez 0,15 V-nak felel meg)! Most D₄ nyitva van (a katódján -0,4 V, az anódján 0,1 V mérhető), D₅ pedig zárt állapotú (U_{K5} = 0,5 V; U_{A5} = 0). A kimenet potenciálja tehát 0. A segéd feszültség ekkor a C₅-ön kb. -1,15 V.

Ha a flip-flop kimenete H-ra ugrik (a feszültség az IC₂ 5. pontján 3,4 V), akkor D₄ záróirányú előfeszítést (U_{K4} = 1,8 V; U_{A4} = 1 V) kap, míg D₅ nyit (U_{K5} = 0,5 V; U_{A5} = 1 V). A C₅-ön mérhető segéd feszültség most -1,75 V körül van. A kimeneti feszültséget az R₇, D₅, R₈, P osztó határozza meg. A potenciométerrel a névleges 500 mV beállítható.

A diódák csekély réteggkapacitása a kapcsolókör ellenállásaival differenciáló tagot képez, ami a fel- és lefutó éleken túllövéseket eredményez. Az igen vékony tüskéket az 1 kHz-es jel szemléléséhez alkalmas kis eltérítési sebességeknél alig lehet észrevenni, de a K többi állásában már zavaróak lehetnek. A C₁₂ ezeket a tüskéket hivatott elnyomni. Értéke kompromisszum kérdése: úgy döntöttem, hogy inkább maradjon egy kismérvű túllövés, mintsem hogy a túlságosan nagy kompenzáló kapacitás lényegesen csökkentse az élmeredekséget.

A TTL tokokon alapuló rendszert az IC₆ látja el stabilizált tápfeszültséggel. Az 5 V-os névleges kimeneti feszültséget az R₁, R₂ megadott értéke biztosítja. A D₁ feladata a diódás kapcsolóáramkör hőfokkompenzálása. A környezeti hőmérséklet emelkedésekor ugyanis a kapcsolódiódák nyitófeszültsége csökken, aminek következtében a CAL kimenet jelamplitúdója megnő. Ezt egyszerűbb a tápfeszültség kb. azonos mérvű csökkentésével kompenzálni; ezt teszi a „programozható” stabilizátor referenciaosztójába iktatott dióda. (A tápfeszültség változása normál körülmények között legfeljebb 10 mV. Ez ugyan elvileg kihat a kristályoszillátor frekvenciájára is, de az ebből adódó frekvenciaváltozás elhanyagolható. Maga a

hőmérséklet-változás jobban elhangolja az oszcillátort, de jelen alkalmazásban a mintegy 10^{-5} nagyságrendbe eső hiba szintén lényegtelen.)

Megépítés, élesztés

A címlapon is szereplő prototípus nyomtatott áramkörének rajzolata a **375. oldalon** található meg, az alkatrészek beültetése a **2. ábra** szerinti. Először a 6 db áthidaló huzalt, majd az IC₆, R₁, R₂, D₁, C₆, C₇ elemeket forraszuk be! A stabilizátor IC-t egy kis hűtőlemezrel összefogva csavarozzuk a panelhez. A hűtőlemez +5 V-os potenciálon van! Labortápról 8...12 V-ot adva a tápfeszültség-bemenetre, az IC 2. lábán ellenőrizzük a feszültséget, amelynek 5...5,1 V-nak kell lennie. Ha nem esik ebbe az intervallumba, az R₂-t, esetleg R₁-et módosítsuk! (Az ábrán feltüntetett 220 Ω az R₁ maximális értéke!) D₁-et pákával óvatosan melegítve, a fenti tápfeszültségnek csökkennie kell.

A következő lépés az IC₁ és a kvarcoszcillátor többi alkatrészének beültetése. A kristály tokját fektessük a panelre és az erre a célra szolgáló forrsemekbe forrasztott huzalhurokkal rögzítsük! A C₂, és a C₃ jó minőségű kerámiakondenzátorok legyenek. Ha rendelkezünk digitális frekvenciamérővel, az IC₁ 3. kivezetésén ellenőrizzük a frekvenciát! A műszer szerinti pontos érték C₂ értelemszerű cseréjével állítható be.

Ezután forraszuk be a többi IC-t és a nyák-oldali szigetekre a C₈...C₁₁ csipkondenzátort! A fokozatkapcsoló vezetőkeinek forrpontjain frekvenciamérővel vagy szkóppal ellenőrizhetjük a négy, a rajzon zárójelben feltüntetett frekvenciájú jelet.

Most következik a C₄, D₂, D₃, C₅ segédáramkör beültetése (a C₅ is SM-kondenzátor). Bekapcsolás után a terheletlen C₅-ön kb. -3 V mérhető.

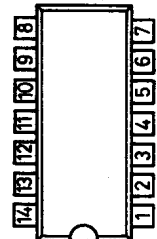
A diódás kapcsoló/jelformáló alkatrészeit is a helyükre forrasztjuk. Az R₆ csak különlegesen kis önindukciójú típus – például tömör szénellenállás – lehet, a lehető legrövidebb lábakkal beforrasztva, azaz a panel síkjára fektetve! (Az R₅, R₇, R₈ SM-ellenállások eleve minimális önindukciójúak.) Minimális lábhosszal kell beültetni a D₄-et és a

D₅-öt is. Az A pontba egyelőre forraszunk egy szigetelt vezetékét!

A tápfeszültség rákapcsolása után az ideiglenes vezetékét érintgessük a földponthoz mindaddig, amíg FF₂ kimenete véletlenül L szintre ugrik. A CAL ponton a panel földpontjához képest – DVM-mel mérve – ilyenkor max. +0,5 mV lehet a feszültség.

Újabb érintgetésekkel H szintre váltjuk a flip-flop kimenetét és a CAL pont feszültségét P-vel 500 mV-ra állítjuk be.

A bevizsgált panelt – amennyiben meglevő szkópba kívánjuk beépíteni – kisméretű fém előlappal látjuk el. Az előlapra szereljük a miniatűr négyállású kapcsolót, a TTL kimenet BNC hüvelyét és a CAL csatlakozót. Utóbbi egy műanyag dugón átvezetett, kívül kis gyűrűben végződő kemény huzaldarabka, amelyet a lehető legrövidebbre vágva forrasztunk a nyákba. Érdeemes e mellé hasonló kiképzésű, de az előlaptól nem elszigetelt földelőcsatlakozót is elhelyezni. A mintadarab mindkét érintkezője aranyozott biztosítótűből készült. Ezekhez kalibráláskor a mérőfej csúcsa és földelővezetéke hozzáérintható vagy hozzácsiptethető. Kalibrálás közben a TTL kimenetre semmi, még egy „üres” mérőkábel sem csatlakozhat!



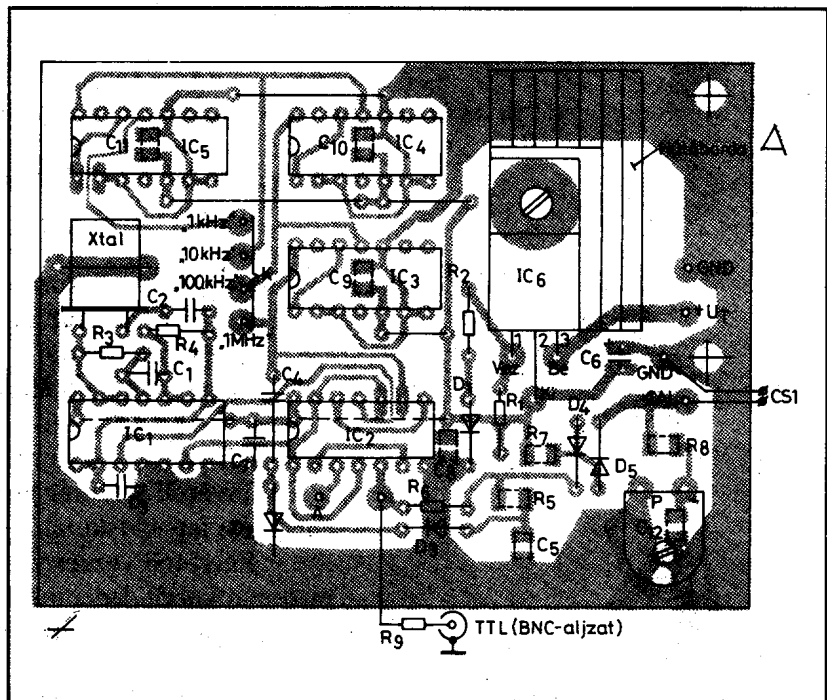
74S74

- 1: 1. törlő bem.
- 2: 1. D bemenet
- 3: 1. clock
- 4: 1. beáll. bem.
- 5: 1. Q kimenet
- 6: 1. Q̄ kimenet
- 7: 0 (GND)
- 8: 2. Q̄ kimenet
- 9: 2. Q kimenet
- 10: 2. beáll. bem.
- 11: 2. clock
- 12: 2. D bemenet
- 13: 2. törlő bem.
- 14: +U_T

74LS90

- 1: CBD
- 2: R01
- 3: R02
- 4: (n. c.)
- 5: +U_T
- 6: R91
- 7: R92
- 8: QC
- 9: QB
- 10: 0 (GND)
- 11: QD
- 12: QA
- 13: (n. c.)
- 14: CA

2. ábra



A kész előlapot festjük, feliratozzuk úgy, hogy stílusában minél jobban illeszkedjen az oszcilloszkóp eredeti előlapjához (például a címlapfotó szerint).

Különálló szervizműszerként a panelt kis fémdobozba építjük be, amelynek előlap-kialakítása a fentiek szerinti legyen. A dobozka hátlapjára szereljük a dugasztáp csatlakoztatására szolgáló szabványos tápcsatlakozót. Ha a dugasztáp polaritása felcserélhető, akkor célszerű a csatlakozó és a panel +U_T pontja közé egy 1N4001 diódát beiktatni. Erdemes az előlapon egy soros áramkorlátozó ellenállással ellátott, a bejövő nyers feszültségről táplált LED-et is elhelyezni, amely a kalibrátor bekapcsolt állapotát jelzi.

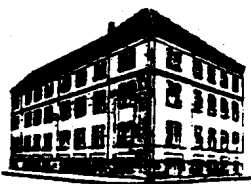
Tapasztalatok

A kalibrátort a rendelkezésemre álló EMG 1568/2 típusú, kétsugaras, kettős eltérítésű szkópon próbáltam ki. A

szkóp bemenetére mérőcsipeszes, EMG 1396-5 típusú, 10 MΩ-os, 1:10-es mérőfejet dugasztoltam, amelynek bemenetét a lehető legrövidebb földelővezetékekkel a kalibrátor mérőkapcsaihoz csatlakoztattam. A bemeneti osztó 0,01 V/cm állásban volt. A lehető legnagyobb vízszintes eltérítési sebességet állítottam be (0,1 μs/cm, ötszörözve).

A felfutó élt figyeltem meg a kettős eltérítés igénybevételével, a „D DLY'D BY A” üzemmódban, a 2. eltérítőgenerátort is belső szinkronizálásra kapcsolva.

Az ernyőn 5 cm amplitúdóval megjelenő négyszögjel felfutó élének meredeksége az amplitúdó 10%-a és 90%-a közötti szakaszon kb. 0,4 cm, azaz 8 ns volt, mind a négy vizsgálati frekvencián. Ez jobb, mint a szkópra specifikált 12 ns, ami nemcsak azt jelenti, hogy az adott oszcilloszkóp „jobban sikerült” példány, hanem vélhetően a kalibrátorjel felfutási ideje nem több néhány ns-nál!



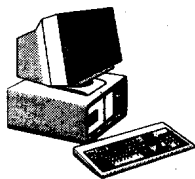
Puskás Tivadar Távközlési Technikum

1097 Budapest, Gyáli út 22.

Tel.: 280-4500

Email: tovabb@puskas.matav.hu

Honlap: www.puskas.matav.hu



A Puskás Tivadar Távközlési Technikum várja az érdeklődő nyolcadikosokat és szüleiket a nyílt napokon november 19-én és december 3-án 8 órától és a nyílt délutánokon novemberben

minden szerdán 15 órakor.

Ingyenes előkészítő szakköröket tartunk

novembertől január 31-ig:

kedden fizikából,

szerdán matematikából,

**csütörtökön elektronikából,
pénteken számítástechnikából.**

Előfelvételi február 9-én.

Jelentkezési lap az iskolától kérhető.

Felvételi verseny:

matematikából december 2-án,

fizikából december 9-én 15 órakor.

