

Slikovni pomnilnik za spektralni analizator

Matjaž Vidmar - S53MV

Slikovni pomnilnik je bil sprva mišljen kot zamenjava za spominsko katodno cev v spektralnem analizatorju. Spominska cev oziroma digitalni slikovni pomnilnik omogočata razmeroma počasne prelete frekvenčnega področja, ko uporabljamo najožja sita (manj kot 10kHz) v medfrekvenci spektralnega analizatorja. Uglasovanje merjenja ali iskanje napake je seveda zelo težavno pri tako počasnem osveževanju slike na zaslonu spektralnega analizatorja. Ker ima spektralni analizator najožje sito širine 10kHz, bi bil takšen slikovni pomnilnik zanj skoraj neuporaben.

Uporabnost spektralnega analizatorja nam lahko bistveno povečajo različni dodatki. Med najpomembnejše sodi vsekakor sledilni izvor, ki omogoča meritev prevajalne funkcije sicer pasivnih vezij. Harmonski konverter običajno uporabljamo za razširitev frekvenčnega področja spektralnega analizatorja, v povezavi z izhodom prvega VCOja spektralca pa lahko merimo tudi prevajalne funkcije pasivnih vezij.

Pri merjenju prevajalne funkcije nas seveda moti neidealni odziv merilne opreme, spektralnega analizatorja in sledilnega izvora, še posebno v slučaju uporabe harmonskega kon-

verterja. Pri meritvi prevajalne funkcije shranimo v pomnilnik krivuljo odziva brez merjenja in potem primerjamo z merjencem. S slikovnim pomnilnikom enostavno primerjamo dva različna merjenja med sabo.

Na izhodu slikovnega pomnilnika lahko novo krivuljo odštejemo od stare. Ker uporablja spektralni analizator logaritemsko skalo za jakost signalov, pomeni odštevanje v logaritemski skali v resnici deljenje odzivov. Na ta način lahko povsem izločimo netočnosti sledilnega izvora in spektralnega analizatorja, da izmerimo čisti odziv merjenja. Takšen slikovni pomnilnik nam proizvajalci spektralnih analizatorjev in analizatorjev vezij ponavadi ponujajo pod imenom "storage normalizer".

V tem članku bom opisal slikovni pomnilnik vrste "storage normalizer" za spektralni analizator, ki ga enostavno priključimo med spektralni analizator in osciloskop. S stikali na prednji plošči enostavno izbiramo neposredno sliko iz spektralnega analizatorja, vsebino pomnilnika ali razliko neposredne slike in pomnilnika.

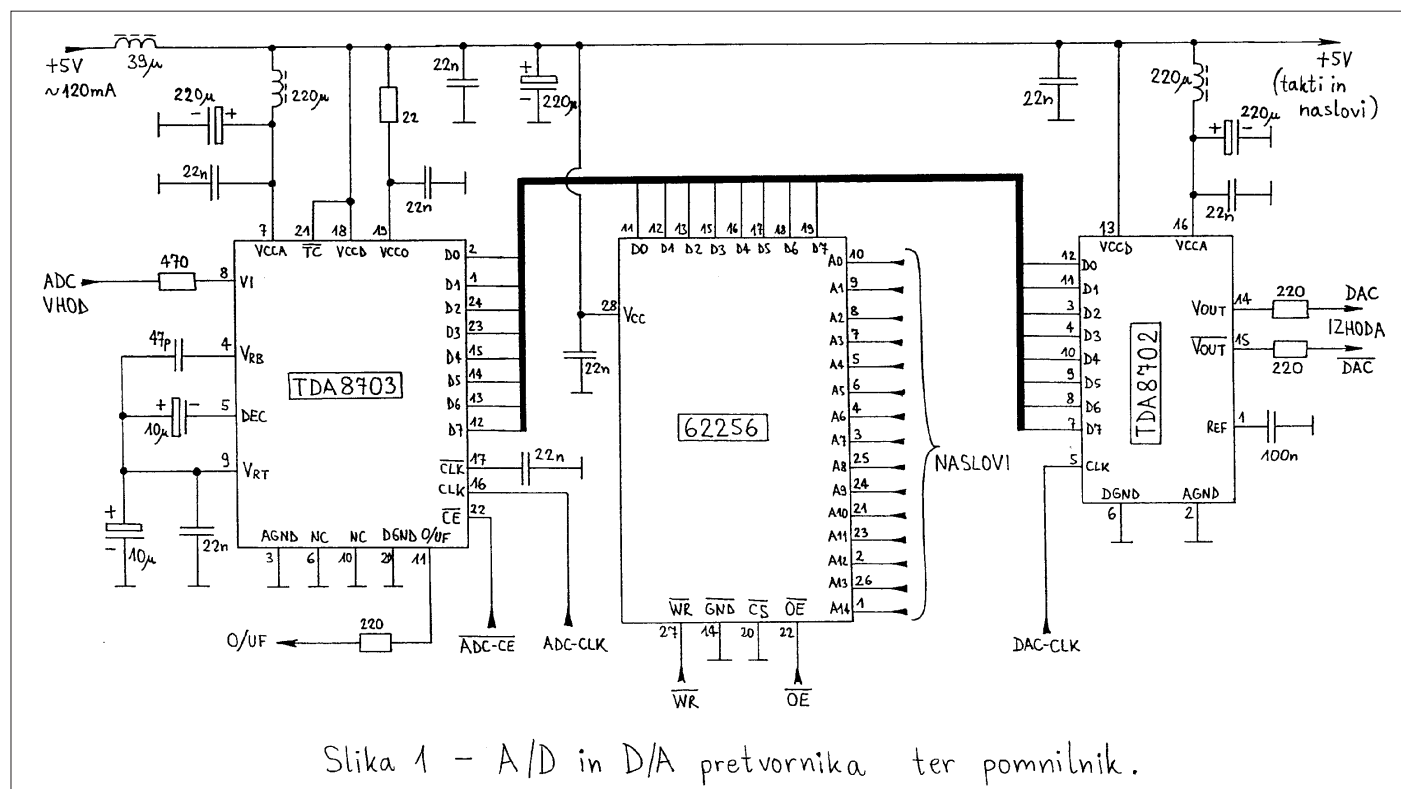
Slikovni pomnilniki tovarniških spektralnih analizatorjev in analizatorjev vezij imajo pogosto neprijetno

napako: slika iz pomnilnika je dosti slabša od neposredne slike. Vzrok je v premajhnem pomnilniku, ki slikovni signal vzorči v maloštevilnih točkah. Glavni razlog ponavadi ni razpoložljivost večjih pomnilnikov, pač pa počasnost A/D in D/A pretvornikov ter mikroračunalnika, ki skrbi za prekladanje podatkov.

Pri načrtovanju slikovnega pomnilnika sem zato izbral hitra A/D in D/A pretvornika ter dovolj velik CMOS pomnilnik. Mikroračunalniku sem se preprosto odrekal, saj sploh ni nujno potreben. V slučaju enostavnega slikovnega pomnilnika za došča preprost izvor taktov in naslovov, izdelan iz nekaj TTL vezij družine 74HCxxx.

Zahteve za slikovni pomnilnik seveda določajo lastnosti video signala, ki ga daje spektralni analizator. Ker znaša pasovna širina video signala na izhodu opisanega logaritemskega detektorja okoli 500kHz, je smiselna izbira vzorčevalne frekvence 1MHz. Frekvenca vzorcev 1MHz je previsoka za večino znanih mikroračunalnikov, za enostavno logiko iz TTL vezij pa ne predstavlja nobene težave.

Dinamično področje logaritemskega detektorja v spektralnem anali-



Slika 1 - A/D in D/A pretvornika ter pomnilnik.

zatorju dosega skoraj 100dB. Uporaba 8-bitnih A/D in D/A pretvornikov ter pomnilnika pomeni, da znaša ločljivost slikovnega pomnilnika 0.4dB. Velikost stopničk 0.4dB je sicer povsem primerljiva s točnostjo 10-stopenjskega logaritimskega detektorja v spektralnem analizatorju.

A/D in D/A pretvornika ter pomnilnik so prikazani na sliki 1. Kot A/D pretvornik je uporabljen "flash" A/D pretvornik TDA8703, ki omogoča vzorčno frekvenco do 30MHz. "Flash" A/D pretvorniki vsebujejo za vsako stopničko prenosne funkcije po en primerjalnik, se pravi kar 255 primerjalnikov v 8-bitnem A/D pretvorniku. Prednost je hiter odziv, ki omogoča visoko vzorčevalno frekvenco. "Flash" A/D pretvornik tudi ne potrebuje "sample-and-hold" vezja na vohodu, kar poenostavlja gradnjo naprave.

A/D pretvornik TDA8703 je sicer opremljen s "tri-state" TTL izhodi, da ga lahko neposredno priključimo na podatkovno vodilo. Koristna posebnost vezja TDA8703 je tudi O/UF (over/underflow) izhod. Ta izhod gre na logično enico, ko je vhodni signal previsok ali prenizek, torej izven običajnega delovnega področja A/D pretvornika. Pri preizkusu slikovnega pomnilnika zato priključimo izhoda O/UF preko upora 220ohm svetlečo diodo na maso, ki nam bo s

svetlikanjem povedala, kdaj jakost vhodnega signala ni primerna.

62256 je znan 32-kilobajtni CMOS pomnilnik, ki se danes uporablja v marsikateri elektronski napravi, vključno z znanim TNC2 za paket-radio. Pri vzorčni frekvenci 1MHz omogoča 32-kilobajtni pomnilnik posnetek dolžine 32ms. Pomnilnik je torej namenjen (s smiselno rezervo) uporabi pri hitrosti preleta 2ms/razdelek oziroma 20ms čez cel zaslon spektralnega analizatorja. Tudi 62256 lahko neposredno priključimo na podatkovno vodilo, saj preko istih priključkov D0...D7 vpisujemo oziroma čitamo vsebino pomnilnika.

Tudi D/A pretvornik TDA8702 omogoča visoke frekvence vzorčenja do 30MHz. D/A pretvornik TDA8702 vsebuje svoj lastni vmesni 8-bitni pomnilnik (zapah), v katerega se vpiše bajt podatkov s taktom DAC-CLK. Zapah zadrži podatke za celoten cikel takta, medtem pa se podatkovno vodilo lahko uporablja tudi v druge namene. TDA8702 ima dva komplementarna analogna izhoda. V vezju slikovnega pomnilnika sta uporabljena oba, da se na ta način izločijo motnje in nestabilnost napajalne napetosti +5V.

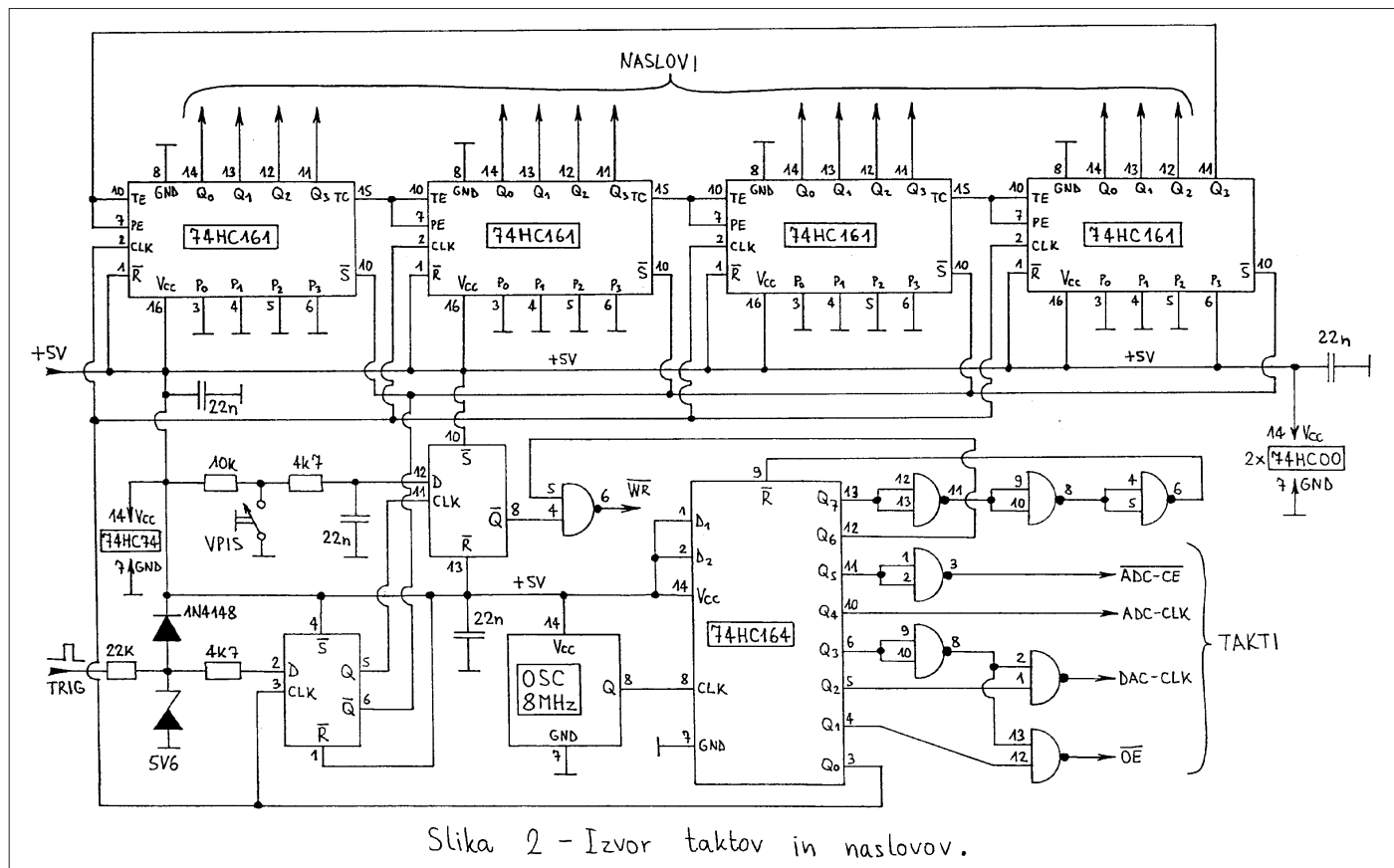
A/D in D/A pretvornika ter pomnilnik potrebujejo celo vrsto različnih krmilnih signalov. Izvor ustreznih taktov in naslovov je prikazan na

sliki 2. Vsi takti imajo frekvenco 1MHz, vendar različno trajanje in fazo. Taktne impulze proizvaja oscilator 8MHz, ki krmili 8-bitni pomikalni register 74HC164. Pomikalni register je povezan kot delilec frekvence z osem, različne takte pa dekodirajo vrata dveh 74HC00.

A/D pretvornik TDA8703 opravi eno pretvorbo za vsak takti impulz ADC-CLK. Izhode TDA8703 vključi signal /ADC-CE. Vpis pomnilnika krmili takt /WR, čitanje pomnilnika pa takt /OE. Končno prepíše vsebino pomnilnika takt DAC-CLK v zapah v D/A pretvorniku TDA8702. Ko vsi omenjeni takti mirujejo, izhod Q0 74HC164 pomakne izvor naslovov na naslednji naslov.

Izvor naslovov vsebuje štiri sinhronne števece 74HC161. Prožilni impulz TRIG iz spektralnega analizatorja se najprej očisti v D-flip-flopu (1/2 74HC74) za zanesljivo resetiranje in sinhronizacijo naslovnega števca. Naslovni števec krmili pomnilnik s 15-bitnim naslovom. Zadnja stopnja števca, izhod Q3 zadnjega 74HC161, poskrbi za zaus-tavitvev štetja do naslednjega prožilnega impulza.

Vpis pomnilnika sprožimo ročno s pritiskom na istoimensko tipko. Stanje tipke se prepíše v D-flip-flop (druga polovica 74HC74) ob začetku preleta zaslona, da se v pomnilnik



vpiše celotna meritev ne glede na morebitno odskakovanje kontakta tipke. Pritisk na tipko "VPIS" vključuje takt /WR, ki bi sicer ostal v neaktivnem visokem logičnem nivoju.

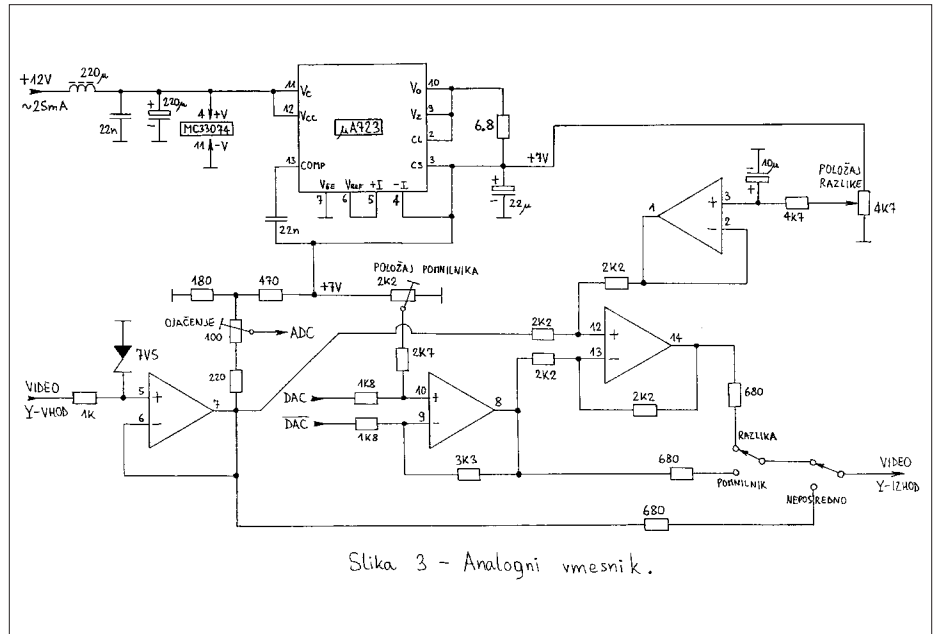
Slikovni pomnilnik potrebuje še analogni vmesnik, prikazan na sliki 3, ki poskrbi za prilagoditev vhodnih in izhodnih napetosti in impedanc A/D in D/A pretvornikov na vrednosti, ki jih uporablja povezava med spektralnim analizatorjem in osciloskopom (20dB/V in 680ohm). Vmesnik vsebuje tudi vezje operacijskih ojačevalnikov, ki izračuna razliko neposredne meritve in vsebine pomnilnika.

Analogni vmesnik je zgrajen s četverčkom operacijskih ojačevalnikov v integriranem vezju MC33074. Prvi operacijski ojačevalnik (5,6,7) je le napetostni sledilnik za vhodni signal. A/D pretvornik dobi le del tega signala preko uporabnega delilnika. Drugi operacijski ojačevalnik (8,9,10) ojači izhodni signal D/A pretvornika na enako vrednost, kot jo daje spektralni analizator. Tretji operacijski ojačevalnik (12,13,14) izračuna razliko signalov. Četrti operacijski ojačevalnik (1,2,3) je le napetostni sledilnik za potenciometer položaja razlike.

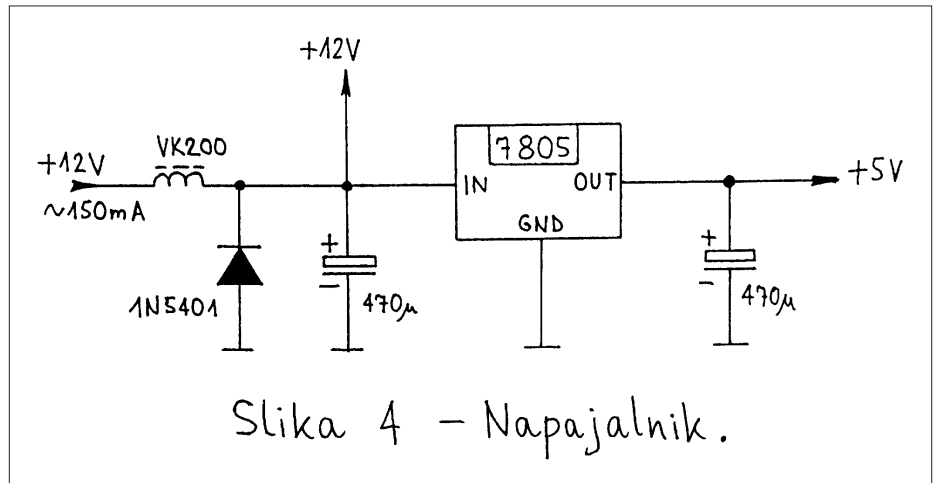
Operacijski ojačevalniki v analognem vmesniku se napajajo z napetostjo +12V, saj je običajni razpon vhodnega video signala približno med 1V in 6V. Za stabilno referenčno napetost +7V poskrbi integrirano vezje uA723. Napajalnik celotnega slikovnega pomnilnika je sicer prikazan na sliki 4. Napajalnik vsebuje regulator 7805 za +5V napajanje digitalnih vezij ter neposredni izhod +12V za analogni vmesnik.

Vezava sestavnih enot slikovnega pomnilnika je prikazana na sliki 5. Spektralni analizator proizvaja štiri signale za krmiljenje prikazovalnika: video (Y odklon), proženje (TRIG), gašenje (BLANK) in žaga (X odklon). Slikovni pomnilnik potrebuje le dva: video signal jasno potuje skozi vezja pomnilnika, proženje pa poskrbi za sinhronizacijo naslovnega števca pomnilnika.

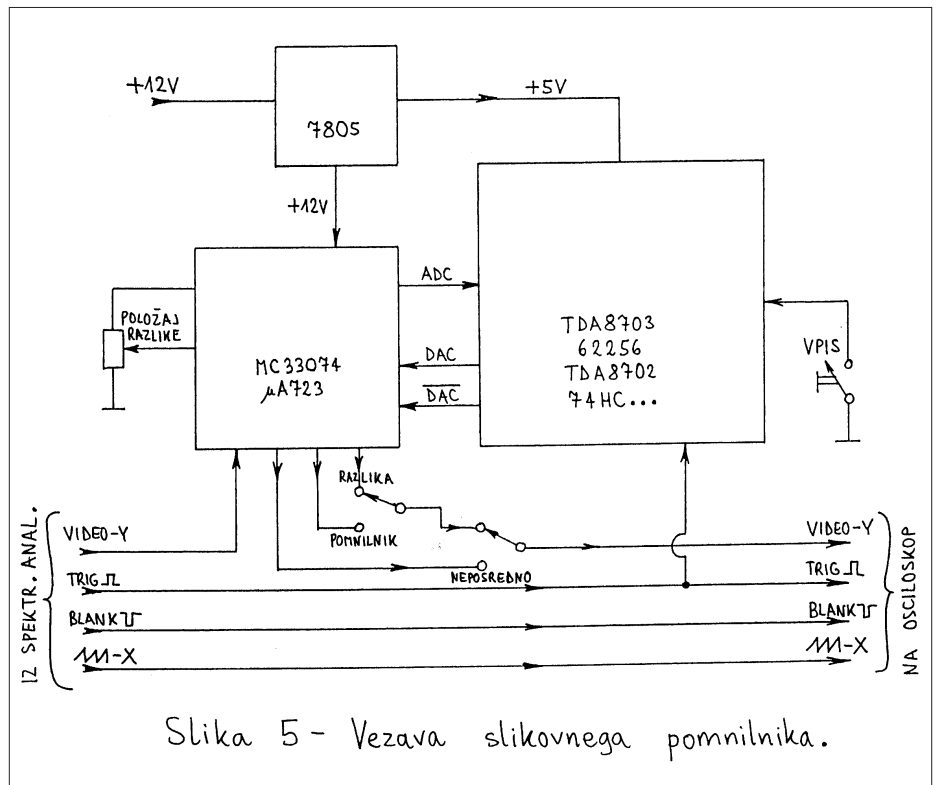
Slikovni pomnilnik je zgrajen na dveh tiskanih vezjih, le sestavni deli napajalnika so nameščeni v bližini vtičnic in regulatorja 7805, ki je zaradi hlajenja privit na ohišje. Digitalni del pomnilnika, se pravi A/D in D/A pretvornika, pomnilnik ter izvor taktov in naslovov, je zgrajen na dvostranski tiskanini z izmerami 120mmX80mm iz 1.6mm debelega



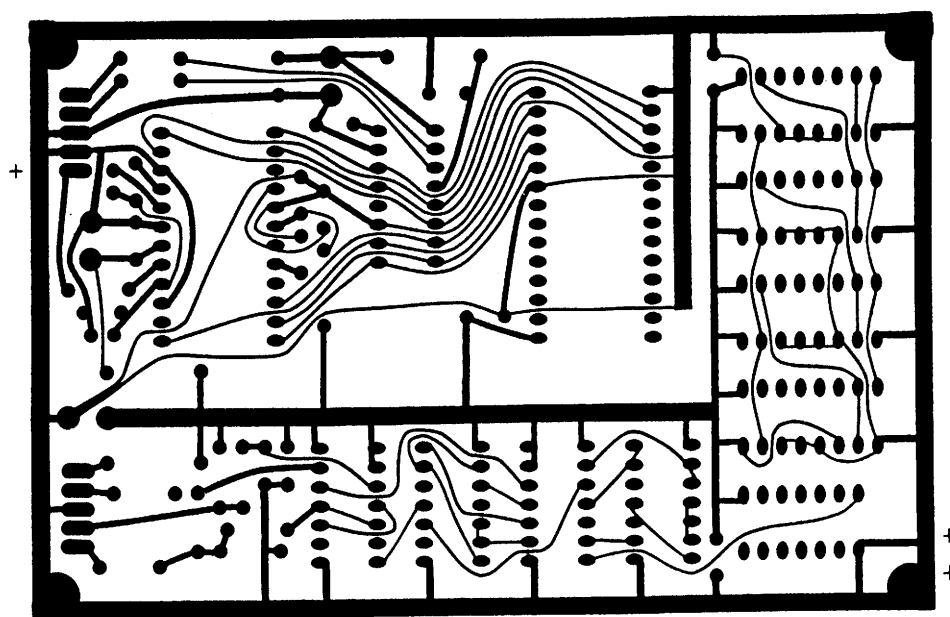
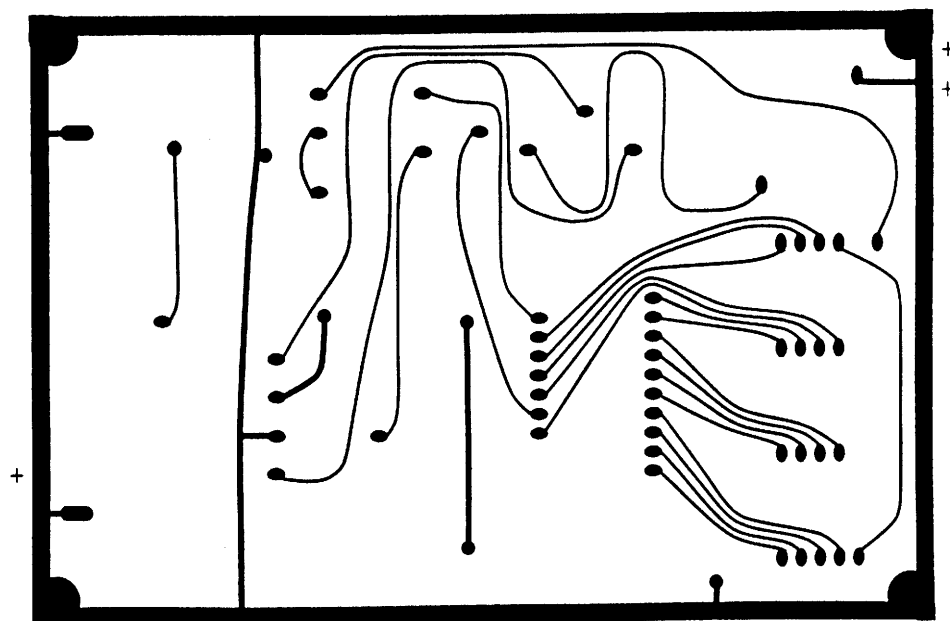
Slika 3 - Analogni vmesnik.



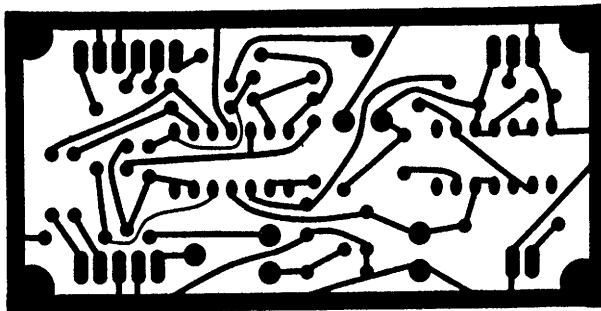
Slika 4 - Napajalnik.



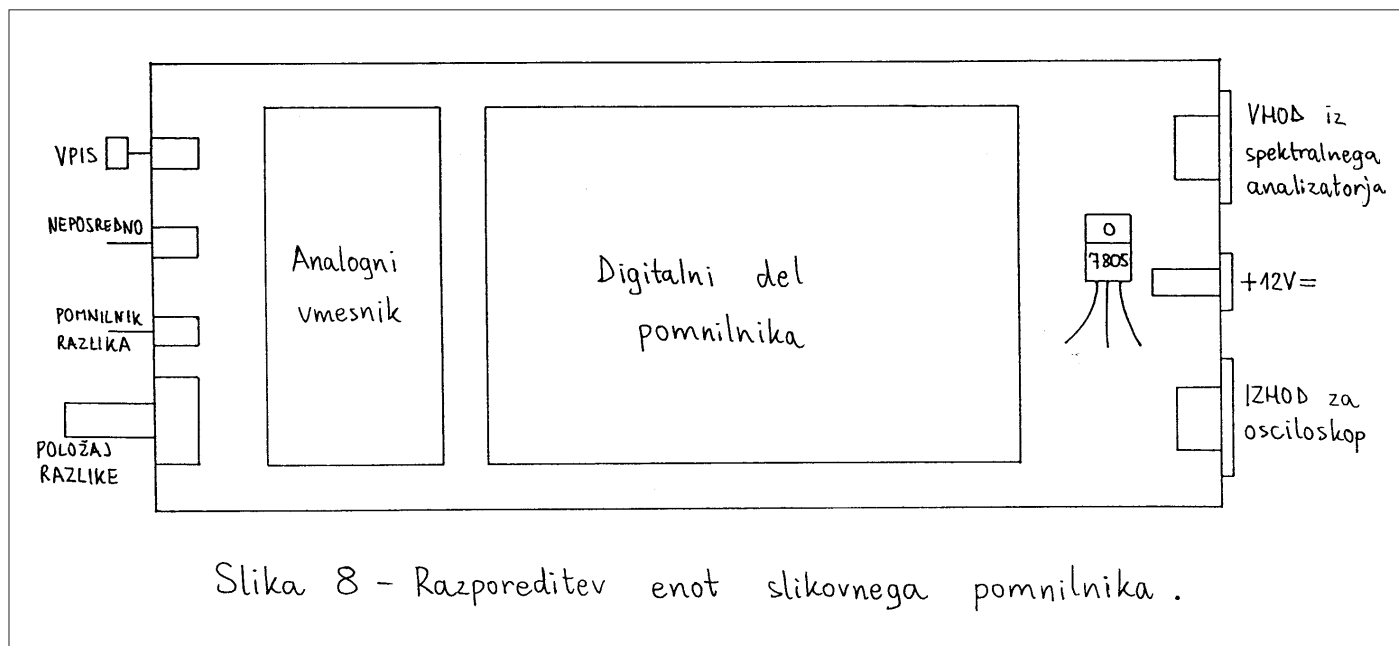
Slika 5 - Vezava slikovnega pomnilnika.



Slika 6 - Tiskanina digitalnega dela pomnilnika.



Slika 7 - Tiskanina analognega vmesnika.



Slika 8 - Razporeditev enot slikovnega pomnilnika.

vitroplasta, ki je prikazana na sliki 6. Analogni vmesnik je zgrajen na manjši enostranski tiskanini z izmerami 80mmX40mm, prav tako iz 1.6mm debelega vitroplasta, ki je prikazana na sliki 7.

Razporeditev enot slikovnega pomnilnika je prikazana na sliki 8. [katla slikovnega pomnilnika ima enako globino (240mm) kot spektralni analizator, širina pa je samo 100mm. Višina škatle slikovnega pomnilnika je samo 32mm, saj so vse enote razporejene v eni sami ravnini. Dno škatle je preprosto kos pločevine, upognjen v obliko črke U z nosilnimi ušesi za pokrov, ki je prav tako kos pločevine, upognjen v obliko črke U.

Čeprav je slikovni pomnilnik skoraj nizkofrekvenčno oziroma digitalno vezje, analogni vmesnik zahteva kar nekaj nastavitvev, da čimboljše izkoristimo dinamično področje uporabljenih A/D in D/A pretvornikov. Seveda bi moral sestavljeni slikovni pomnilnik za silo delati tudi brez vsakršnih nastavitvev, kar lahko takoj

preverimo z osciloskopom.

V slikovnem pomnilniku moramo najprej nastaviti območje vhodne napetosti v A/D pretvornik. Na spektralnem analizatorju poiščemo čim bolj razgibano sliko, najbolje en sam širok "kucelj" čez celoten zaslon. Oba trimerja in potenciometer nastavimo v srednji položaj. Nato slikovni pomnilnik preklapimo v položaj "RAZLIKA" in držimo pritisnjeno tipko "VPIS". Pri pritisnjeni tipki "VPIS" nastavimo trimer "OJAČENJE" tako, da dobimo na zaslonu povsem ravno črto.

Če dobimo na sliki zobce, ki se jih ne da izločiti, s svetlečo diodo preverimo izhod O/UF. Če je A/D pretvornik še vedno prekrmljen, potem bo verjetno treba popraviti trimer "Y-POLOŽAJ" v video ojačevalniku v spektralnem analizatorju. Svetleča dioda pri pravilno delujočem slikovnem pomnilniku ni nujno potrebna, zato ni vgrajena na prednjo ploščo.

Ko je trimer "OJAČENJE" pravilno

nastavljen, preklapimo slikovni pomnilnik v "NEPOSREDNO" oziroma "POMNILNIK". Trimer "POLOŽAJ POMNILNIKA" nato nastavimo tako, da pri preklopu NEPOSREDNO/POMNILNIK ne opazimo razlike. Končno, "POLOŽAJ RAZLIKE" je potenciometer na prednji plošči slikovnega pomnilnika, ki ga nastavljamo sproti glede na vrsto meritve: spektralni analizator sam, sledilni izvor in merjenje izgubnega vezja oziroma merjenje vezja z vstavitvenim ojačenjem.

Pri uporabi slikovnega pomnilnika se moramo zavedati, da pomnilnik pravzaprav nič ne ve o nastavitvah spektralnega analizatorja. Ko smo merilni sistem umerili in odziv sistema shranili v pomnilniku, ne smemo več spreminjati nobene nastavitve spektralnega analizatorja. Vsaka sprememba seveda zahteva ponovno umerjanje in ponoven vpis v slikovni pomnilnik.

