

SA-MFS

MSO enota - verzija 3

Vgradnja MC in SN enote v ohišje LCD osciloskopa, delta marker, meritev LO in alfanumerični LCD zaslon
(5.4.2011, BN)

Idejna zasnova vgradnje MC/SN v MSO ohišje

Osnovna ideja je v izkoriščenju prostora v ohišju LCD osciloskopa, v zmanjšanju števila potrebnih ohišij kompleta SA in s tem števila zunanjih povezav ter izboljšanju funkcionalnosti SA kompleta.

Z MFS poimenujemo enoto (Marker-Frequency Counter, Storage Normalizer), ki jo sestavljata dve originalni enoti kompleta SA, avtorja 3mv, to sta: MC - Marker frekvencometer (Marker Counter) in SN - Slikovni pomnilnik (Storage-normalizer). Združena enota obsega sklope: marker frekvencometer s števcem in LCD zaslonom, vzorčevalnik, DVM merilnik nivoja markerja z LCD zaslonom in spominski normalizator z digitalnim ter analognim delom. Sklope je možno vgraditi v ohišje LCD osciloskopa OSC (komplet 6zln). Enota OSC se tako po vgradnji MFS sklopov preimenuje v MSO – **M**arker-frekvencometer, **S**pominski normalizator in LCD **O**sciloskop.

Zaradi manjšega razpoložljivega prostora na čelni plošči osciloskopa in za predvideno povečanje funkcionalnosti obstoječe MFS enote, je treba sklope MSO dopolniti z dvovrstičnim znakovnim LCD zaslonom, dodatnim preskalerjem in kontrolno enoto. V obratnem primeru je na čelni plošči prostor samo za en obstoječi LCD prikazovalnik iz enote MC (za frekvenco ali nivo).

Po izvedenih dopolnitvah je z novo MSO enoto možno:

- z markerjem meriti frekvenco in nivo,
- uporabiti delta marker za meritev razlike nivoja na isti ali drugi frekvenci,
- uporabljati spominski normalizator za kompenzacijo nelinearnosti SA-TG,
- istočasno meriti še frekvenco LO-ja harmonskega konverterja
- umeriti prikaz nivoja v dBm.

Izpis meritev je predviden na skupnem alfanumeričnem LCD zaslonu velikosti 2x16 znakov z osvetlitvijo ozadja.

Na čelni plošči tako postanejo nepotrebni naslednji elementi: oba obstoječa LCD zaslona z vgrajenim števcem in DVM-jem, potenciometer za izravnavo prikazanega nivoja OFFSET, potenciometer za pozicioniranje razlike na zaslonu osciloskopa DIFF.POSITION, preklopnik za izbiro resolucije frekvence 1MHz/OFF /100kHz. Na zadnji strani MSO enote pa odpadejo: en video in en napajalni povezovalni kabel. Spredaj sta dodani tipki za izbiro delta markerja in za kalibracijo, zadaj pa dva SMA konektorja za vhod RF signalov in stikalo za izklop SN enote. Potreben je dodatni SMA-SMA kabel za meritev frekvence LO.

Dodatna ideja je tudi v merjenju frekvenc LO1 in LO2 SA in izračunu MKR frekvence, kjer ne potrebujemo pomožnega izhoda TG za meritev markerja.

Prikaz

Na desno stran čelne plošče MSO se vgradi dodatni alfanumerični LCD zaslon. Želeni prikaz rezultatov meritev frekvence in nivoja je prikazan na spodnjem primeru za dvovrstični LCD zaslon (2x16 znakov):

```
M 1312,5M -67,5  
LO 3120,3MHz dBm
```

ali

```
M 1312,5M -67,5  
D + 1,4M -26,2
```

Pomen oznak na zaslonu je naslednji:

M frekvenca markerja MKR v MHz in pripadajoči nivo v dBm,
LO frekvenca zunanjega RF vira v MHz (na primer VFO-LO HC),
D razlika frekvence delta markerja v MHz in pripadajoča razlika nivoja v dB

OPOMBA: (Za meritvi M in D je v originalni verziji po S53MV potreben signal s pomožnega TG izhoda.)

OPOMBA: V zadnji verziji je izvedena meritev frekvence LO1 in LO2 SA z dvema preskalerjema. Nato se MKR frekvenca izračuna:

$f_{LO1} - f_{LO2} - 70,00\text{MHz}$.

Za meritvi M in D zato ni več potreben signal s pomožnega TG izhoda. V drugi vrsti se prikazuje frekvenca LO1.

Resolucija meritve frekvence

Meritev frekvence se nastavi fiksno na resolucijo 100kHz. Preklopnik, ki istočasno služi za izbiro resolucije frekvence in izklop MFS enote 1MHz/OFF/100kHz, se zato opusti. Stikalo za izklop SN dela MFS enote se predvidi na zadnji strani MSO ohišja.

Delta marker

Z uvedbo delta markerja nastavljanje OFFSET-a na čelni plošči za izravnavo nivoja na LCD zaslonu ni več potrebno. Prav tako je odveč nastavljanje DIFF.POS za pozicioniranje razlike (MEMORY-VIDEO) na zaslonu osciloskopa. Izravnavo nivoja se z uporabo notranjega trimmer potenciometra nastavi na primerno fiksno vrednost. Pozicioniranje razlike se s trimmer potenciometrom nastavi na vrednost +60dB.

OPOMBA: Preveriti je treba, če je možno s notranjo nastavitvijo OFFSET umeriti prikazani nivo v dBm.

Za vklop/izklop delta markerja je dodana tipka DELTA MARKER. S prvim pritiskom nanjo se v vrstici M ohrani trenutni zapis frekvence in nivoja markerja MKR, v vrstici D

pa se izpisuje razlika do frekvence markerja MKR in trenutna razlika nivoja delta markerja od vrednosti markerja MKR. S ponovnim pritiskom na tipko se delta marker izključi in način delovanja vrne v prvotnega, ko se spreminja frekvenca markerja MKR, ki se skupaj s pripadajočim nivojem prikazuje v vrstici M. V drugi vrstici se ponovno izpisuje meritev frekvence LO1.

Kalibracija v dBm

Dodana je tipka CAL s katero s kratkim pritiskom izenačimo trenutno prikazani referenčni nivo na 0 dBm. Pred tem mora biti na vhod SA priključen signal moči 0 dBm.

S pritiskom na tipko, daljšim od 3s, se prikaz nivoja povrne na začetno nekalibrirano vrednost.

Kalibracija je možna le pri izključenem delta markerju.

Kontrole na čelni plošči MSO

Za delovanje nove MFS enote so na čelni plošči MSO potrebne naslednje kontrole:

- potenciometer MARKER FREQUENCY za izbiro frekvence markerja,
- tipka DELTA MARKER za vklop/izklop delta markerja,
- tipka CAL za kalibracijo nivoja,
- tipka STORE za trenutni vpis videa v spomin,
- preklopnik za izbiro videa med DIRECT/DIFFERENCE/MEMORY.

Prve tri kontrole pripadajo marker frekvencometru, zadnji dve pa spominskemu normalizatorju.

Opuščen je preklopnik za izbiro resolucije meritve frekvence 1MHz/OFF/100kHz in oba Potenciometra: za izravnavo nivoja OFFSET in DIFF.POS, ki sta nadomeščena z delta markerjem. Razporeditev naštetih kontrol in zaslona na čelni plošči MSO je razvidna s slike v prilogi **<sa-komplet3-rev2-spredaj.pdf>**.

Konektorji in stikalo na zadnji strani MSO

Potrebna sta dva SMA konektorja za RF vhoda na zadnji strani ohišja. Prvi omogoča priklop LO1 SA, drugi pa LO2 SA za meritev frekvenc in za izračun frekvence markerja. Uporabljena sta preskalerja do 3,9GHz in 2,1GHz (po zgledu S57UUD). Vhod LO1 se lahko uporabi tudi za merjenje frekvence zunanjih virov in deluje skupaj s signalom COUNT_INHIBIT/ iz enote Time-base. Ta signal je za ločljivost 100kHz v originalni verziji dolžine 2,56ms in je namenjen maski za štetje frekvence (___-___-___). V zadnji verziji je signal za večjo točnost dolžine 5,12ms.

Prekiniti je treba povezavo video signala med obema video DIN vtičnicama na zadnji strani ohišja. Vhodni video signal iz prve DIN vtičnice (VIDEO IN) se poveže na video vhod analognega vmesnika. Izhodni trije video signali analognega vmesnika (DIR,DIFF,MEM) se vežejo na preklopnik, izhod preklopnika pa na vhod sklopa Marker in na vhod Vzorčevalnika. Izhodni video signal sklopa Marker se veže na izhodno DIN vtičnico (X-Y) za povezavo na LCD in zunanji X-Y osciloskop.

Na zadnji strani ohišja se predvidi stikalo za izklop +5V napajanja SN enote za zmanjšanje porabe kompleta.

Obstoječi MFS sklopi

Naslednje sklope obstoječe MFS enote se neposredno vgradi v ohišje MSO:

- Spominski normalizator (RAM, AD&DA in Analogni vmesnik),
- Vzorčenje,
- Marker,
- Proženje,
- preskaler od 1 do 1700MHz s pripadajočim SMA konektorjem (potreben je nov za merjenje LO2 = 2,03GHz).

Sklopa DVM s 3-številčnim LCD zaslonom in Števec s 4-številčnim LCD zaslonom se zamenja z 2x16 znakovnim LCD zaslonom z osvetlitvijo ozadja in ARM kontrolerjem za meritev frekvence in nivoja ter za prikaz izmerjenih veličin na zaslonu.

Signali MFS sklopov, ki so pomembni za povezavo v MSO enoto so:

RAM in AD&DA	vhod: ADC iz Analognega vmesnika, TRIGGER, tipka STORE izhod: DAC, /DAC za analogni vmesnik
Analogni vmesnik	vhod: VIDEO iz SA, potenciometer DIFF.POS izhod: VIDEO DIR, VIDEO DIFF, VIDEO MEM
Vzorčevalnik	vhod: izhod preklopnika za video, MARKER izhod: MARKER, napetost videa v času MARKER-ja
Marker	vhod: izhod preklopnika za video, MARKER izhod: VIDEO+marker za osciloskop
Proženje	vhod: TRIGGER, potenciometer FREQUENCY izhod: MARKER
preskaler	vhod: SMA RF do 1,7GHz izhod: do 7MHz (1/256) za štetje

Razporeditev navedenih sklopov MFS enote v ohišju MSO je razvidna s slike tlorisa v prilogi <[MSO3-tloris-rev4.svg](#)>, povezave sklopov med seboj pa s slike povezav v prilogi <[MSO3-tloris-rev4-povezave.pdf](#)>.

ARM kontroler

Potrebna je izdelava ARM kontrolerja z naslednjimi nalogami:

- meritev frekvence TG-ja in VFO-ja s preskalerjema 1/256 na 0,1MHz natančno (potrebna je maska 2,56ms = COUNT_ENABLE iz Time base enote),
- meritev nivoja markerja iz Vzorčevalnika do 100,0 dB na 0,1dB natančno,
- izvedba delta markerja
- možnost kalibracije vhodnega nivoja v dBm,
- izpis frekvence in nivoja na 2x16 znakovnem LCD zaslonu.

Izbrana je vgradna ploščica Olimex LPC-H2148 z NXP ARM procesorjem.

Meritev nivoja markerja se izvede z meritvijo izhodne napetosti sklopa Vzorčevalnika (visokohmsko?). Nivo za stari števec je -200mV od +5V napetosti za polni odklon!

Zato je izvedena prevezava neposredno na izhod ločilnega opamp-a. Meritev frekvence markerja se izvede na izhodu TG preskalerja 1/256, sinhrono s kontrolnim signalom COUNT_ENABLE iz sklopa Proženje. Meritev frekvence VFO-ja se izvede na izhodu drugega preskalerja 1/256.

V zadnji verziji enote MSO je izvedeno merjenje LO1 in LO2 SA z dvema preskalerjema in izračun MKR frekvence brez uporabe pomožnega izhoda TG.

Za prilagoditev merilnih signalov na napetost ARM-a se predvidi dodatno prilagoditveno vezje (s +5V na +3,3V).

Najvišja frekvenca za merjenje LO1 je $3,9\text{GHz} / 256 = 15,3\text{MHz}$, najvišja frekvenca za merjenje LO2 pa je $2,03\text{GHz} / 256 = 8\text{MHz}$. Za neposredno meritev frekvenc se uporabi frekvenca takta ARM-a $f_{clk} = PCLK = 48\text{MHz}$. Tako je izpolnjen pogoj $f_x < PCLK / 2$.

Vezje ARM kontrolerja se vgradi v ohišje MSO ob 2x16 LCD zaslonu. Za vgradnjo se izdelava osnovna plošča s prilagoditvenim vezjem in priključki za povezavo z zaslonom in MFS enoto.

Napajanje

V ohišje MSO je potrebno vgraditi regulator +5V za napajanje RAM-a, AD/DA, ARM procesorja, 2x16 LCD in Proženja.

OPOMBA: Napajanje za analogni vmesnik je treba izvesti neposredno na fiksno +12V napajanje, da zagotovimo nemoteno posredovanje videa na osciloskop. S stikalom za izklop +5V SN enote se izključi sklop RAM-a in AD&DA.

V zadnji verziji MSO enote sta oba preskalerja priključena na +12V.

Začasna konfiguracija MSO enote in uporaba v kompletu SA

Do izgradnje ARM kontrolerja je možno vgraditi vse ostale sklope v ohišje MSO, le namesto alfanumeričnega LCD zaslona in ARM kontrolerja se začasno vgradi obstoječi sklop Števec/LCD. Z njim je možno meriti frekvenco markerja z resolucijo 100kHz, nivo pa meriti neposredno na osciloskopu. Pri tem je treba upoštevati različne odprtine v čelni plošči za različne zaslone. Dobro je, če se odprtina prilagodi kar poznejši vgradnji znakovnega zaslona in ne začasno vgrajenega 4-števličnega. V tabeli so navedene dimenzije LCD modulov in odprtin čelne plošče:

LCD modul	okno	modul
- 4-mestni za frekvenco:	50x22,0mm	70x40mm
- 2x16 znakovni:	65x16mm	80x36mm

OPOMBA: Začasna konfiguracija omogoča polno uporabo spominskega normalizatorja in marker frekvencometra, ne omogoča pa uporabe delta markerja, odčitavanja točnega nivoja in frekvence LO na zaslonu.

Povezava kompleta SA

Pri izdelani MSO enoti (začasni ali končni) v kompletu SA ni več originalnega ohišja MFS enote in pripadajočega video ter napajalnega povezovalnega kabla zadaj.

Komplet SA sedaj sestavljajo enote (kratice so izvedene iz angleških imen):

SA – **S**pectrum **A**nalyzer

TG – **T**racking **G**enerator

HC – **H**armonic **C**onverter

MSO – **M**arker Counter, **S**torage-normalizer, LCD **O**scilloscope

Napajanje: +12V se poveže zadaj od izhoda MSO (+12V OUT) do SA, TG in HC.

Video: video povezava gre sedaj samo od izhoda SA do vhoda MSO (VIDEO IN) in od izhoda MSO (X-Y) na zunanji x-y osciloskop.

RF SMA: LO1 izhod SA gre do vhoda 3,9GHz MSO, LO2 izhod SA pa do vhoda 2,03GHz MSO. Za uporabo TG sta potrebna dva zunanja 3dB sklopnika.

Kontrole na čelni plošči in povezave kompleta SA na zadnji strani so razvidne na slikah v prilogah <[sa-komplet3-rev2-spredaj.pdf](#)> ter <[sa-komplet3-rev2-zadaj.pdf](#)>.
