

Krajský technický seminář - Olomouc 1984  
pořádaný  
Okresní radou radioamatérství v Olomouci  
ve spolupráci  
s Krajským kabinetem elektroniky Ostrava



## STABILNÍ VFO SE ZPOŽĐOVACÍ LINKOU

OK 2 BUH / OK 2 KYJ

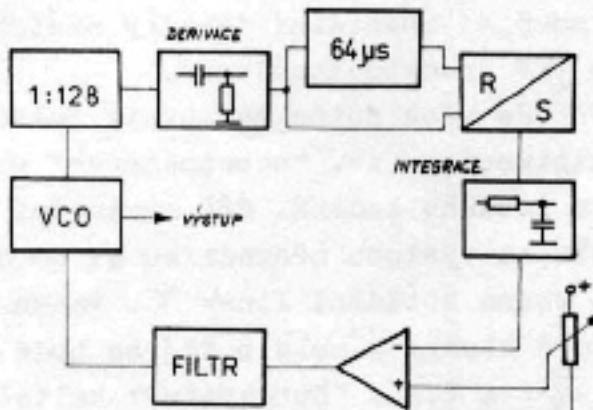
ŠPERLÍN Miroslav

STABILNÍ VFO SE ZPOŽDOVACÍ LINKOU.

V poslední době se v zahraniční literatuře objevilo několik zapojení laditelných oscilátorů s témař krytalovou stabilitou. Tyto oscilátory využívají vtipným způsobem skleněnou zpožďovací linku 64  $\mu$ s z barevných televizorů - tedy součástku běžně dostupnou. Tyto zpožďovací linky pracují na principu přenosu mechanického vlnění tenkou skleněnou destičkou, která je vybavena na vstupu i výstupu piezoelektrickými měniči. Zpoždění linky je 63,9432517  $\mu$ s  $\pm$  5 ns. Teplotní i časová stabilita je značná. U nás je nejrozšířenější linka vyráběná v NDR - typ CV 20. Je k dostání v prodejnách Tesly a stojí 115 Kčs.

Na obr. 1 je blokově znázorněn princip činnosti oscilátoru. Kmitočet VCO je vydělen děličkou a výstupní obdélníkový signál je derivován. Úzké jehlové impulsy jsou přivedeny na vstupy RS klopného obvodu, a to tak, že na vstup S je signál přiveden přímo, na vstup R přes zpožďovací linku.

Na výstupu RS obvodu bude opět obdélníkový signál, jehož střída se bude úměrně měnit se změnou kmitočtu. Velikost střídy převedeme pomocí integrace na stejnosměrné napětí. Získali jsme tedy velmi přesný a zcela lineární převodník kmitočet - napětí. Další činnost je zřejmá: operační zesilovač ve funkci komparátoru porovnává napětí z převodníku s napětím nastaveným ladícím prvkem - potenciometrem Aripot. Výstup komparátoru potom přes jednoduchou dolní propust ovládá kmitočet VCO. Jedná se tedy o uzavřenou regulační smyčku. Na stabilitu kmitočtu má vliv jediná součástka - zpožďovací linka.



OBR. 1

Na obr. 2 je ověřené zapojení z původního pramene 1 . Použité obvody C MOS typu HEP 4024 /dělička 1:128/ a CD 4011 /čtverice NAND hradel/ se vyrábějí i u nás pod označením MHB 4024 a MHB 4011 /Tesla Piešťany/.

Za zmínku stojí připojení ladícího potenciometru Aripot mezi výstupy dvou hradel. Tato hradla jsou ve společném pouzdře s hradly RS obvodu. Kdyby se z jakéhokoliv důvodu změnila výška pulzů z RS obvodu /téplota, napájecí napětí/, změní se zcela shodně i ladící napětí Aripotu. Protože však obě tato napětí jsou přiváděna na diferenciální vstupy komparátoru, jeho výstupní napětí se nezmění.

Pro ty méně šťastné, kteří nemají možnost získání C MOS obvodů, bylo vyzkoušeno zapojení s TTL obvody podle obr. 3.

Hodnota pracovního kmitočtu VCO musí být volena s ohledem na schopnosti děličky: C MOS asi do 20 MHz, TTL asi do 25 MHz. Při použití speciální děličky není problém zapojení použít i na VKV /nebylo zkoušeno/.

Je však nutno se zmínit ještě o jedné důležité věci - o existenci t. zv. "nebezpečných" kmitočtů, které se nezmění objevit v rozsahu ladění. Při zvyšování kmitočtu bude lineárně stoupat napětí na výstupu převodníku až do okamžiku, kdy délka periody bude rovna zpoždění linky  $\tau$ . Potom výstupní napětí převodníku skokově klesne k nule a děj se bude opakovat při délce periody  $\frac{\tau}{2}$ ;  $\frac{\tau}{3}$  a t.d.. "Nebezpečné" kmitočty VCO zjistíme ze vzorce:

$$f_n = \frac{1}{\tau} \cdot n \cdot 1; 2; 3 \dots \text{ a t.d.} \quad \text{kde}$$

$f_n$  = "nebezpečný" kmitočet [Hz]

$\tau$  = zpoždění linky [s] / =  $63,94 \cdot 10^{-6}$  s /

n = dělící poměr děličky

Příklad výpočtu pro zapojení podle obr. 2 :

$$\begin{aligned} f_n &= \frac{1}{63,94 \cdot 10^{-6}} \cdot 128 \cdot 1; 2; 3 \text{ a t.d.} = \\ &= 2\ 001\ 877; 4\ 003\ 754; 6\ 005\ 630 \text{ a t.d. Hz.} \end{aligned}$$

Tento dělící poměr / 1:128/ není tedy použitelný v TCVR pro KV s mezifrekvenčním kmitočtem 9 MHz, protože kmitočet VCO se bude na některých pásmech pohybovat právě v oblasti "nebezpečných" frekvencí. Proto byla v dalším zapojení na obr. 3 použita dělička 1:120. "Nebezpečné" frekvence pak bude 1,877 MHz a na žádém KV pásmu pak při MF 9 MHz nedojde ke kolisi /včetně nových

pěsem/. Dále je nezbytné zajistit, aby rozsah přeladění VCO nebyl nikdy větší, než t. zv. krok, t.j. rozteč mezi dvěma "nebezpečnými" frekvencemi. VCO je tedy nutno přepínat pro jednotlivá pásmá. Zapojení podle obr. 3 bylo zkoušeno v praktickém provozu ve spojení s VCO, popisovaném v informačním zpravodaji z Celostátního semináře KV techniky - Olomouc 1981.

Na závěr zhodnocení vlastnosti :

1/ Vysoká stabilita kmitočtu.

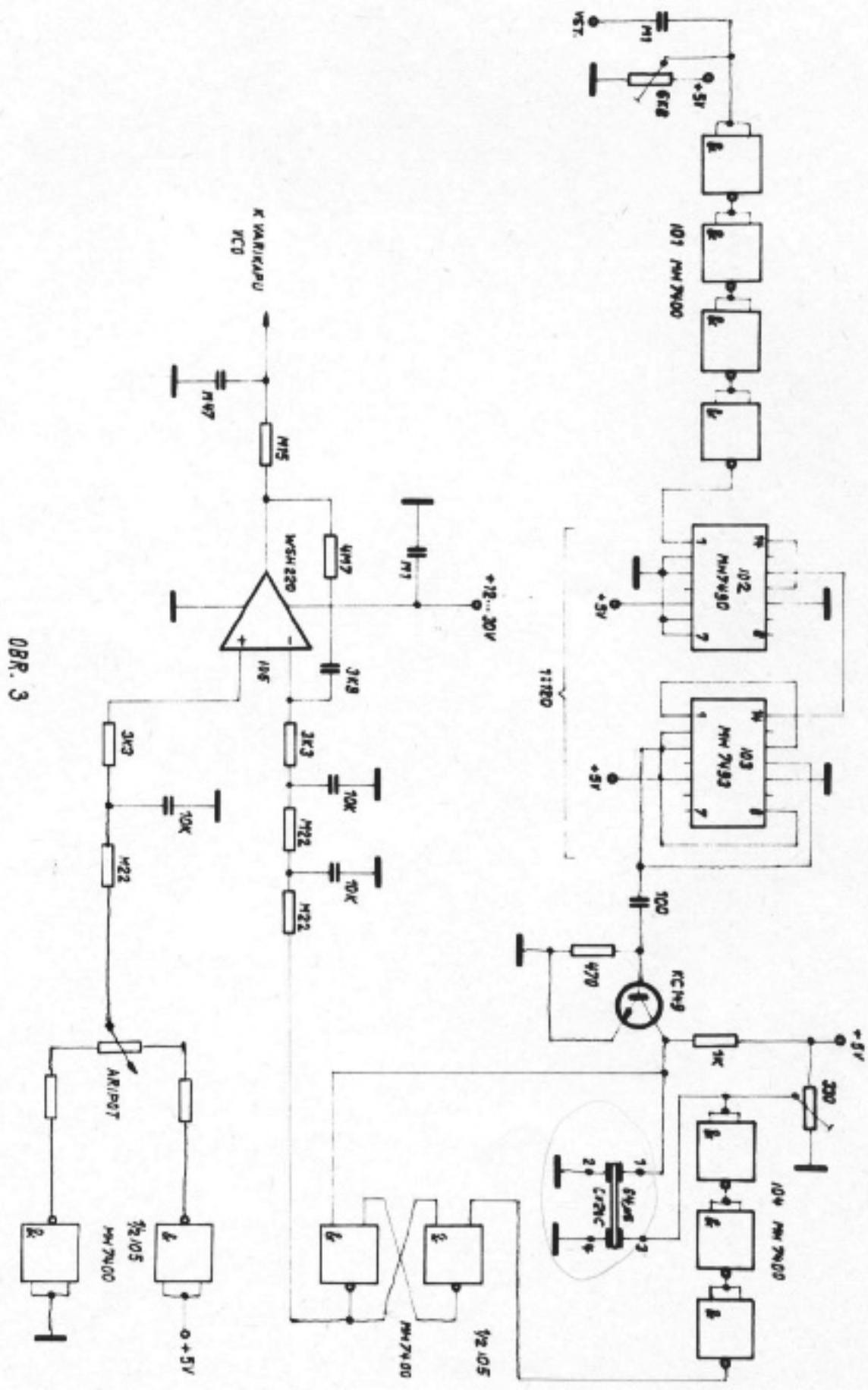
Při této příležitosti je nutno se zmínit o jedné zajímavé vlastnosti tohoto zapojení. Stabilita není úměrná výstupnímu kmitočtu, ale kroku. Uvažujeme-li stabilitu linky pro extrémní změny teploty asi  $10^{-4}$  a krok 2 MHz, bude stabilita 200 Hz na př. na kmitočtu 1 MHz, ale také třeba na kmitočtu 300 MHz ! Toto poskytuje fantastické vlastnosti pro použití na VKV. Potřebujeme na př. zhovit oscilátor pro pásmo 144 až 146 MHz; Krok je tedy potřeba zvolit o něco vyšší, než 2 MHz. V tomto případě je však nutno použít rychlou /a tedy i drahou/ děličku. Tuto nevýhodu však můžeme snadno obejít tímto způsobem: zapojení uděláme pro kmitočet na př. 9x nižší. Rovněž velikost kroku 9x zmenšíme /snížením dělícího poměru/. Tím se současně 9x zvýší stabilita. Po vynásobení kmitočtu 9x - klasickým způsobem - dostaneme opět kmitočet 144 až 146 MHz s původní stabilitou.

2/ Naprosto lineární stupnice.

Zapojení svým principem /obrovským zesílením emičky/ vlastně linearizuje charakteristiku varikapu. Pro daný krok tedy dílky stupnice souhlasí na jednotlivých pásmech, přestože mají jiné začátky. Stačí tedy společné dílky jinak očíslovat.

3/ Vysoká čistota výstupního spektra.

Zapojení produkuje prokazatelně nižší spektrální šum ve srovnání s fázovým závěsem. Nebylo provedeno absolutní měření, pouze srovnávací. Oscilátor byl zabudován do KV TCVRu s diodovým směšováním. Na vstup přijímače byl přiveden signál z generátoru o úrovní - 10 dBm. Po odladění  $\pm 5$  kHz byl šum, vzniklý recipročním směšováním potlačen o - 90 dB, tedy na hranici stopbandu použitého osmikrystalového filtru. Stejná hodnota byla dosažena s klasickým VFO. Při použití fázového závěsu FA 2 byly hodnoty v průměru o 15 dB horší.



OBR. 3

Použitá literatura:

- [1] CQ DL 3/81