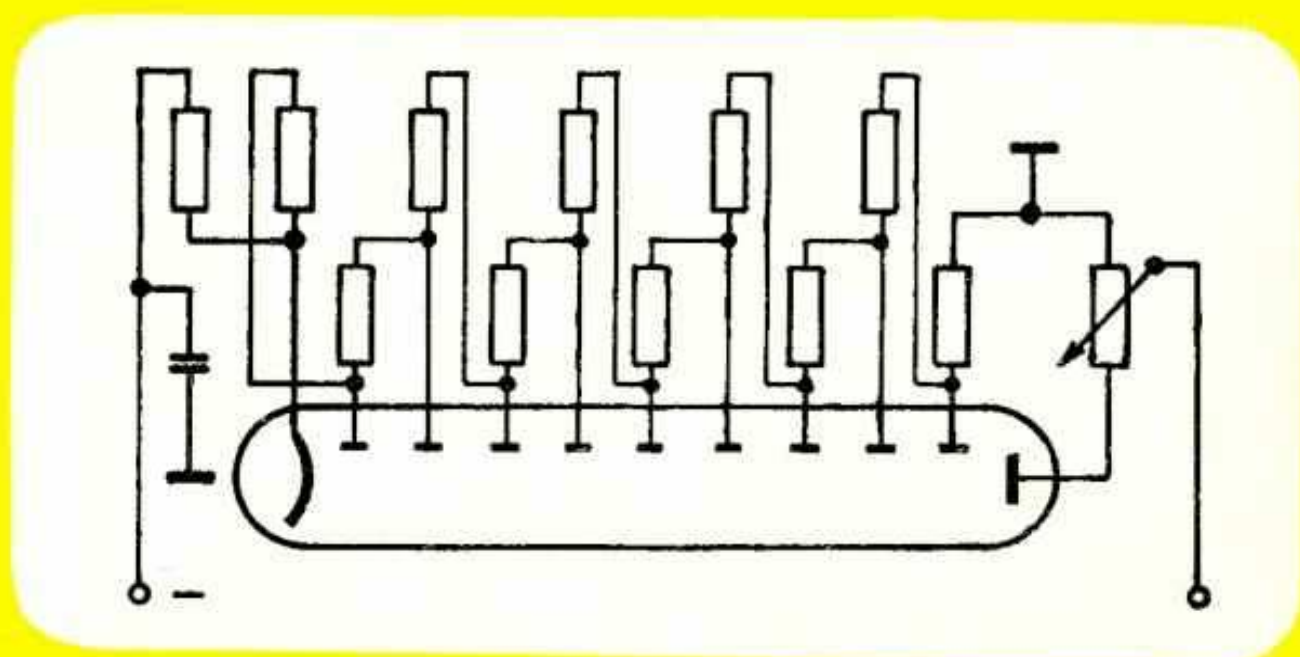


PŘEDNÁŠKY Z AMATÉRSKÉ RADIOTECHNIKY



Vladimír Půža

Kamil Fingerhut

ZÁKLADY AMATÉRSKÉ TELEVIZE

ÚV SVAZU PRO SPOLUPRÁCI S ARMÁDOU
ÚSTŘEDNÍ RADA RADICAMATÉRSTVÍ SVAZARMU

3.



**KNIŽNICE
SVAZARMU**

PŘEDNÁŠKY Z AMATÉRSKÉ RADIOTECHNIKY

Vladimír Půža
Kamil Fingerhut

ZÁKLADY AMATÉRSKÉ TELEVIZE

ÚV SVAZU PRO SPOLUPRÁCI S ARMÁDOU
ÚSTŘEDNÍ RADA RADIOAMATÉRSTVÍ SVAZARMU

3.

© Vledimír Půža, Kamil Fingerhut, 1983

OBSAH

1. Úvod do amatérské televize s pomalým rozkladem	7
2. Princip činnosti, norma SSTV	8
3. Monitory SSTV	12
4. Snímací systémy SSTV	28
5. Úvod do rychlé televize	56
6. Všeobecné údaje o ATV	58
7. Příjem signálu ATV	65
8. Měřicí vybavení ATV	67
9. Zdroje obrazového signálu	68
10. Vysílače ATV	85
11. Šíření signálu ATV	98
Závěr	106
Seznam obrázků	107
Seznam literatury	109

1. ÚVOD DO AMATÉRSKÉ TELEVIZE S POMALÝM ROZKLADEM

Amatérská televize s pomalým rozkladem /SSTV - Slow scan television - pomalu snímající televize/ je druh komunikace umožňující přenášet obrazovou informaci pomocí radiového vysílače na všech kmitočtových pásmech, která amatéři používají.

Vynálezcem tohoto způsobu je americký radioamatér Copthorn Mac Donald WAOLNQ, který tento komunikační systém vynalezl a pracoval asi před dvaceti lety. Tento druh komunikace byl téměř beze změny použit americkou kosmickou organizací NASA k prvnímu přímému přenosu z vesmíru. Stejně tak známé přenosy z Měsíce potvrdily kvalitu tohoto přenosového způsobu.

K atraktivnosti celé věci přispívá značnou měrou i ta skutečnost, že vysílený obrazový signál lze zaznamenávat bez jakékoliv úpravy na běžný magnetofon a kdykoliv jej přes obrazový monitor znovu reprodukovat. Šířka pásma, kterou SSTV využívá, není větší než u obyčejného signálu SSB. Lze tedy bez obtíží využít k přenosu stávajících zařízení SSB.

2. PRINCIP ČINNOSTI, NORMA SSTV

Při přenosu signálu SSTV vycházíme ze základního principu, kde opticky snímaný obraz je postupně, bod po bodu, horizontálně rozkládán na řádky, které vytvoří při určitém počtu kompletní snímek. Jednotlivé body řádku jsou použitým snímacím systémem převedeny na odpovídající napěťový průběh, tzv. základní videosignál. Pro zajištění přesné synchronizace mezi vysílací a přijímací stranou jsou jednotlivé řádky i snímky spouštěny synchronizačními impulsy, podobně jako u normální televize. Kompozice synchronizačních impulsů /jak pro řádek, tak i pro snímek/ a videosignálu je definována v podobě normy. Tuto normu musíme v zájmu zajištění kvalitního přenosu akceptovat jak na straně vysílací, tak na straně přijímací.

Synchronizační kmitočet jak řádků, tak i snímků je odvozen od kmitočtu sítě. Pro řádkové synchronizační impulsy se používá kmitočtu sítě děleného třemi, pro snímkové synchronizační impulsy kmitočet řádkových synchronizačních impulsů dělený sto-dvaceti. V důsledku toho, že se používají dva kmitočty sítě - 50 Hz /Evropa/ a 60 Hz /USA/, existují dvě normy pro SSTV - evropská a americká.

Tento rozdíl v kmitočtech v podstatě není při přenosu SSTV obrazu mezi oblastmi používajícími odlišného síťového kmitočtu na závadu, neboť monitor lze upravit pro příjem obou norem.

Kmitočet synchronizačních impulsů pro synchronizaci řádků je tedy pro evropskou normu

$$50 \text{ Hz} : 3 = 16,6 \text{ Hz}$$

a pro synchronizaci snímků

$$16,6 \text{ Hz} : 120 = 0,1388 \text{ Hz}$$

Norma SSTV dále předpokládá šířku řádkových synchronizačních impulsů 5 ms a snímkových 30 ms. V praxi se ale snímkový synchronizační impuls poněkud prodlužuje, a to až na šířku 50 ms. Toto rozšíření synchronizačního impulsu slouží k zajištění větší spolehlivosti spouštění snímkového rozkladu i při zvýšeném rušení na pásmu.

Úplný SSTV snímek má 120 řádků, přičemž poměry stran obrazu jsou 1 : 1. Maximální šířka pásma pro videosignál je dána přibližně součinem maximálního počtu přenesených obrazových bodů v řádku a řádkového kmitočtu a je asi 1000 Hz. Vzhledem k tomu, že jak řádkový kmitočet, tak i obrazový kmitočet, jsou extrémně nízké, musely by obvody zpracovávající tento signál pracovat téměř ve stejnosměrném režimu. To je nevýhodné z hlediska fázového posuvu a případného driftu - obojí by mělo negativní vliv na kvalitu přenášeného obrazu.

Spektrum videosignálu je proto kmitočtově namodulováno na pomocný nosný kmitočet 1500 Hz /subcarrier/, který zároveň reprezentuje černou barvu. Kmitočtové spektrum videosignálu probíhá od černé přes šedou až do bílé, které odpovídá kmitočet 2300 Hz. Synchronizační impulsy mají pevný kmitočet 1200 Hz a protože jsou "černější než černá", nezasahují rušivě do obrazové infor-

mace. Tento systém označujeme zkratkou SCFM /Sub carrier frequency modulation - kmitočtová modulace pomocné nosné/.

Všechny kmitočty a kmitočtové složky, se kterými pracuje systém SSTV, jsou tedy v nízkofrekvenční oblasti a lze je tudíž zaznamenat, jak již bylo řečeno výše, na magnetofon.

Při předpokladu, že úplný SSTV snímek má 120 řádků a kmitočet snímkového rozkladu je 0,1388 Hz, můžeme snadno spočítat dobu trvání jednoho řádku. Nejprve vypočteme dobu periody pro kmitočet 0,1388 Hz. To je 7,2 s.

$$7,2/s/ : 120 = 0,060/s/$$

Jeden řádek tedy trvá 60 ms, z čehož 5 ms připadá na synchronizační impuls a zbývajících 55 ms na přenos videoinformace. Jsme tedy nuceni se smířit se skutečností, že při době trvání jednoho snímku 7,2 s máme možnost přenášet jen statické obrázky.

U přijímacích zařízení, tzv. SSTV monitorů, přináší tento fakt komplikaci v tom, že musíme použít takovou obrazovku, která umožní sledovat obraz minimálně po dobu cca 8 sekund. Toho jsou schopny tzv. dlouhodobosvitové obrazovky s luminoforem P 7. Tyto obrazovky se zpravidla používají v radiolokačních zařízeních, dále jako obrazovky pomaloběžných osciloskopů, v různých lékařských přístrojích a podobně. Jsou vyráběny jak s elektromagnetickým, tak i elektrostatickým vychylováním.

Úplná norma SSTV tedy určuje:

- řádkový kmitočet: 16,6 Hz
- snímkový kmitočet: 0,1388 Hz
- šířka řádkového impulsu: 5 ms

- šířka snímkového impulsu: 30 ms
- kmitočet synchronizačních impulsů: 1200 Hz
- kmitočet černé barvy: 1500 Hz
- kmitočet bílé barvy: 2300 Hz
- celková šířka pásma /SSB/: 3 kHz
- počet řádků: 120
- poměr stran obrazu: 1 : 1.

3. MONITORY SSTV

Monitor slouží k zobrazení SSTV signálu a doplňuje radiový přijímač. Každý monitor se skládá v podstatě ze čtyř základních částí:

- vstupní a omezovací obvody
- videodetektory
- oddělovací obvody
- rozkladové obvody,

a dále z obvodů vlastní obrezovky a napájení.

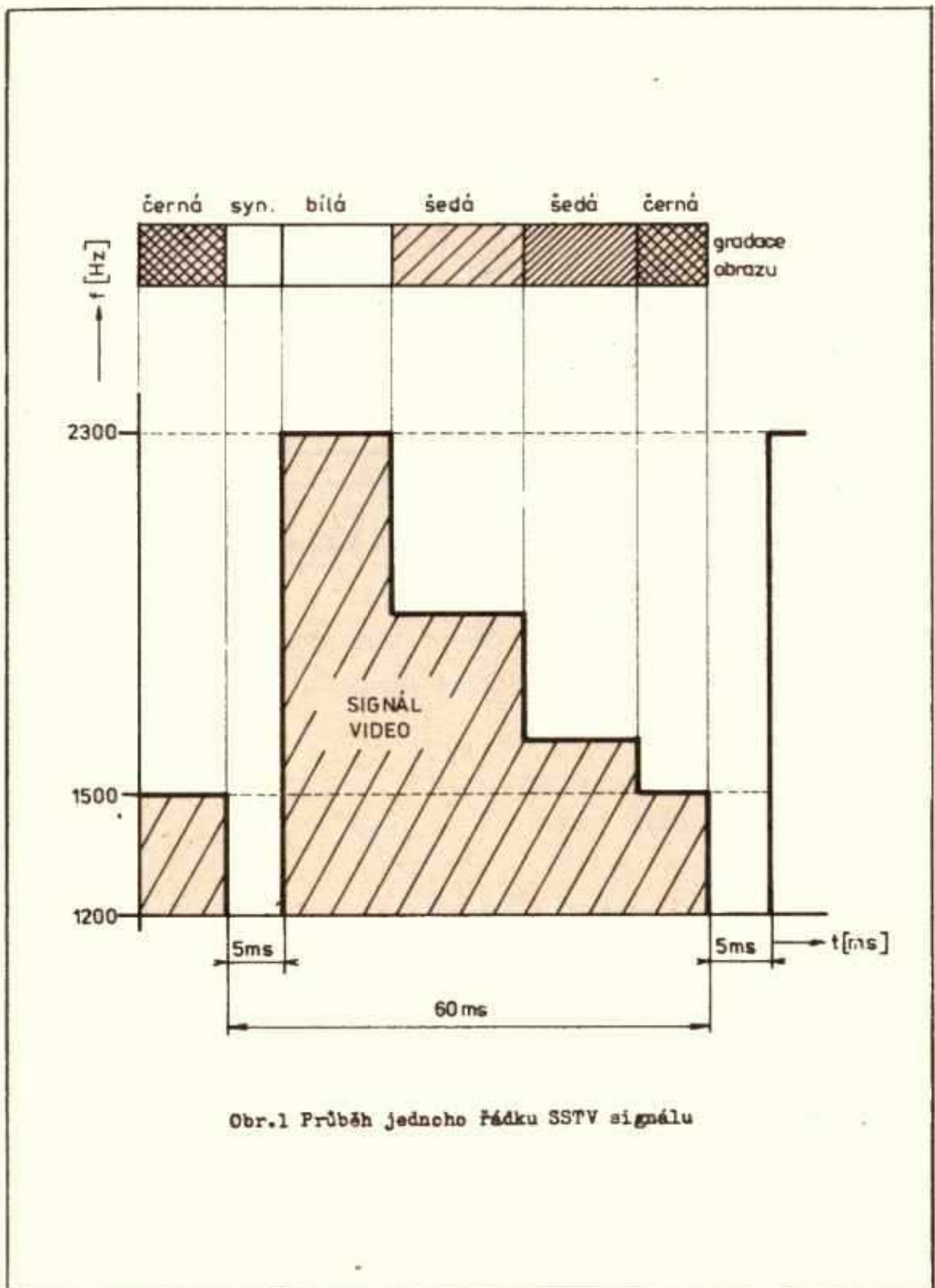
Vstupní a omezovací obvody zabezpečují patřičné zesílení převáděného kmitočtově modulovaného signálu SSTV a jeho omezení na konstantní amplitudu. Obvody videodetekce zajistí demodulaci tohoto signálu, čímž se vytvoří videosignál, kterým je pak modulována obrezovka.

Oddělovací obvody a obvody rozkladové zajišťují oddělení synchronizačních impulsů od video signálu a vytvoření pilových průběhů rozkladů, případně jejich napěťové či výkonové zesílení.

Pro snazší představu časového a kmitočtového průběhu jednoho řádku SSTV signálu slouží obrázek 1.

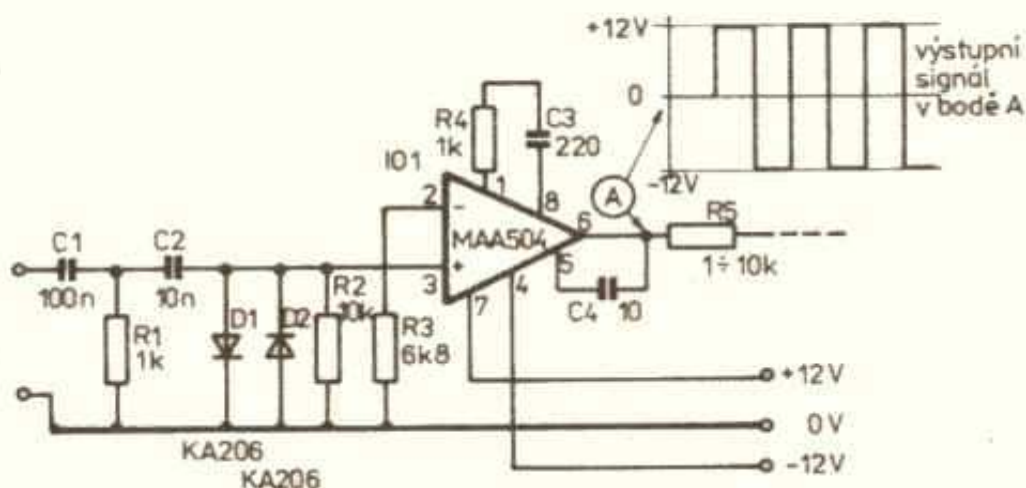
3.1. VSTUPNÍ OBVODY

Jak již bylo řečeno, vstupní obvody mají za úkol zesílit převáděný signál SSTV a zajistit jeho konstantní amplitudu. Při je-



Obr.1 Průběh jednoho řádku SSTV signálu

jích konstrukcí lze použít jak součástek diskrétních, tak i integrovaných obvodů. Velmi vhodné je použít na tomto stupni ope-



Obr.2 Vstupní zesilovač a omezovač

račních zesilovačů, jejichž vysoký zisk splní oba uvedené požadavky víc jak dostatečně. Příklad zapojení takového obvodu je na obr.2.

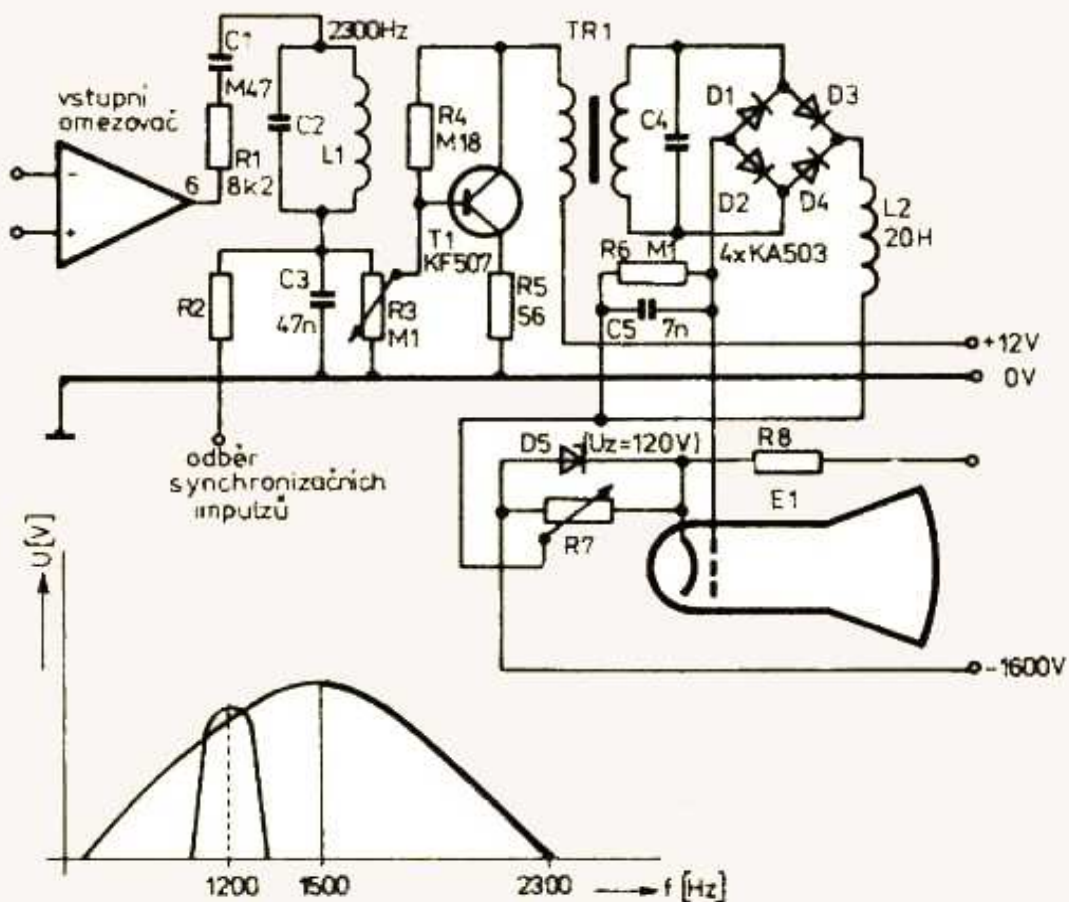
3.2. VIDEODETEKTORY

Videodetektory SSTV jsou FM demodulátory a používají tyto způsoby demodulace:

- detekce na boku rezonanční křivky /klasická/
- počítací detektor
- vzorkovací detektor.

Při detekci na sestupném boku rezonanční křivky je do série se signálem SSTV z omezovače zapojen paralelní rezonanční obvod LC2, naladěný na kmitočet 2300 Hz. Na pracovním odporu R3 /viz obr.3/ se objeví amplitudově modulovaný signál, který je zesí-

len a po usměrnění získané videonapětí moduluje řídicí mřížku obrazovky. Pro kvalitní obraz je nutný lineární průběh sestupné části křivky, což lze upravit změnou kvality obvodu LC1 /v praxi se tento rezonanční obvod realizuje s Q co možná nejvyšším - indukčnost se vine do feritového hrnečku s průměrem cca 30 mm/.



Obr.3 Videodetektor s obvodem LC

Sekundární vinutí transformátoru TR 1 se vyladí na kmitočet 1800 Hz. Tento způsob videodetekce používá monitor dle W4TB, který pro použití naší součástkové základny upravit OK2PBC a byl publikován v Amatérském rádiu.

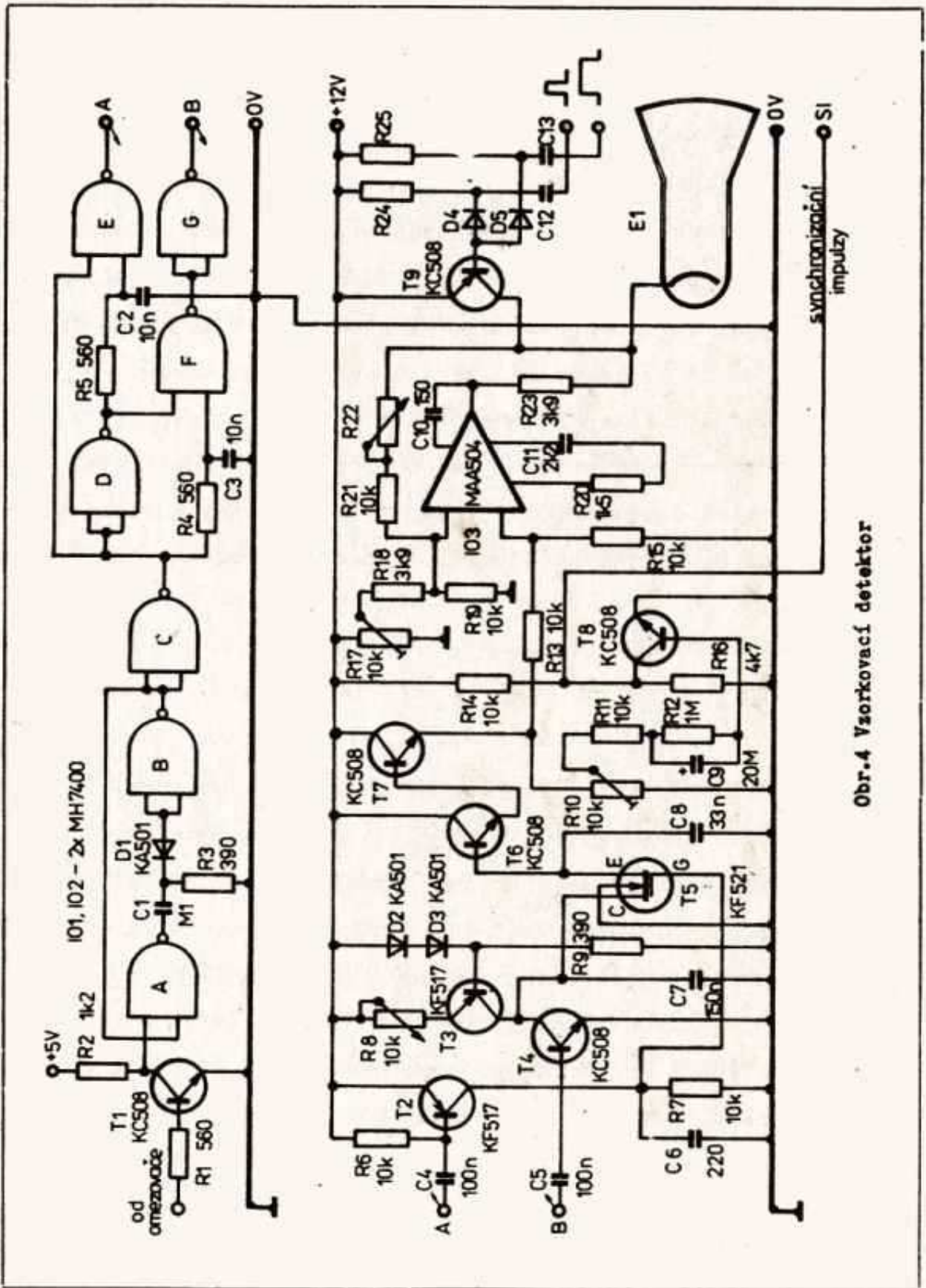
Obdobě tohoto způsobu detekce je detekce pomocí několikaná-

sobného aktivního filtru z operačních zesilovačů. Tento filtr propouští jen kmitočty SSTV signálu, tj. 1500 - 2300 Hz. Výstup z posledního operačního zesilovače filtru pak budí přes detekční obvod s tranzistorem nebo operačním zesilovačem katodu obrazovky.

Druhý používaný způsob videodetekce je detekce pomocí tzv. počítačícího detektoru. Tento detektor pracuje tím způsobem, že výstupním průběhem z omezovače se spouští monostabilní klopný obvod, a to v okamžiku, kdy signál z omezovače prochází nulou. Signál multivibrátoru se pak integruje a tím vzniká videosignál. Pro získání vyššího napětí videosignálu se obvykle signál z omezovače /tedy jeho kmitočet/ násobí dvakrát. Podstatné je, že za tímto typem detektoru musí být vždy zařazena dolnofrekvenční propust /ať již aktivní, nebo pasívní/, která spolehlivě odstraní vyšší kmitočtové složky z videosignálu.

Dalším používaným způsobem videodetekce je použití tzv. vzorkovacího detektoru. Tento systém u nás propracoval OK2BNE. Vzorkovací detektor je na obr.4. Nyní k popisu funkce tohoto detektoru. Kladné půlperiody z omezovače otevírají tranzistor T1, který spouští monostabilní klopný obvod z hradel A a B/IO 1 - MH7400 /jeho časová konstanta je asi 390 mikrosekund, tj. o něco nižší, než je doba trvání jedné periody maximálního modulačního kmitočtu - bílé 2300 Hz/. Hradlo C pracuje jako invertor pro IO2, kde vznikají vybíjecí a vzorkovací impulsy /A-B/. Integrovní kondenzátor C7 je nabíjen přes zdroj konstantního proudu /tranzistor T3/.

Tranzistor MOSFET KF521 pracuje jako spínač, kondenzátor C8 tvoří "paměť". Při každé periodě modulačního kmitočtu je na vý-



Obr. 4 Vserkovací detektor

stupu I02 /A/ impuls, který otevřením T2 otevírá i T5 na dobu asi 10 mikrosekund. Napětí na kondenzátoru C7 je za tuto dobu přeneseno na paměťový kondenzátor C8, kde je tato hodnota potom podržena až do příchodu dalšího vzorku. Po přenesení vzorku, tj. asi po 100 - 150 mikrosekundách, je kondenzátor C7 vybit pomocí T4, který je otevřen vybíjecím impulsem z I02 /B/. Jednotlivé vzorky z každé periody vytvářejí na C8 úplný videosignál. Získaný videosignál není potřeba dále filtrovat jako u jiných detektorů. Zároveň je zcela prostý zbytků nosného kmitočtu.

Vzorkovací detektory jsou prozatím maximem, které lze vytvořit - jsou schopny přenést až 240 bodů v řádku. Monitor s tímto typem detektoru dává lepší výsledky ve srovnání s obrázky klasických monitorů, které používají jednodušší způsoby detekce videosignálu.

3.3. VIDEOZESILOVAČE

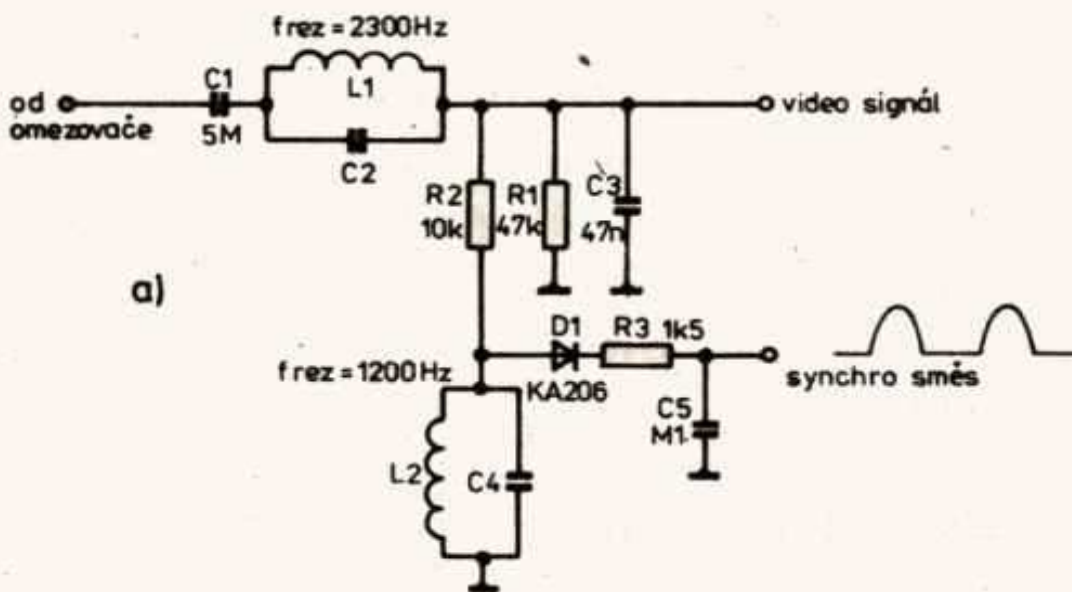
Další částí monitoru, která následuje bezprostředně za video-detekcí, je videozesilovač. V podstatě jde o stejnosměrný zesilovač buď invertující nebo neinvertující; záleží na tom, kde se bude obrazovka modulovat /katoda, mřížka/. Požadavky kladené na videozesilovač jsou následující: rovnoměrné zesílení v celém kmitočtovém spektru videosignálu /tedy 0-1000 Hz/, dostatečné zesílení potřebné pro promodulování obrazovky. Řízení zisku /a tedy kontrastu obrazu/ lze provádět různým způsobem: na vstupu, na výstupu zesilovače, vazbou mezi stupni a podobně. Protože pro rovnoměrné zesílení v oblasti nízkých kmitočtů je použito galvanické vazby, je nutno respektovat i ss úrovně, aby se nemě-

nil pracovní bod zesilovačů. Velice výhodné je použití operačních zesilovačů, které mají potřebný zisk a odpadá poměrně pracné nastavování jednotlivých stupňů zesilovače /v případě několikastupňového zesilovače/. Není zanedbatelnou výhodou i dobrá teplotní stabilita. Příklad takového zesilovače je zapojení IO3 na obr.4. Potenciometr R22 ve smyčce zpětné vazby IO3 mění zisk operačního zesilovače a tím řídí kontrast obrazu. Napěťovou symetrii lze korigovat trimrem R 17 tak, aby průběh byl symetrický kolem nulové osy.

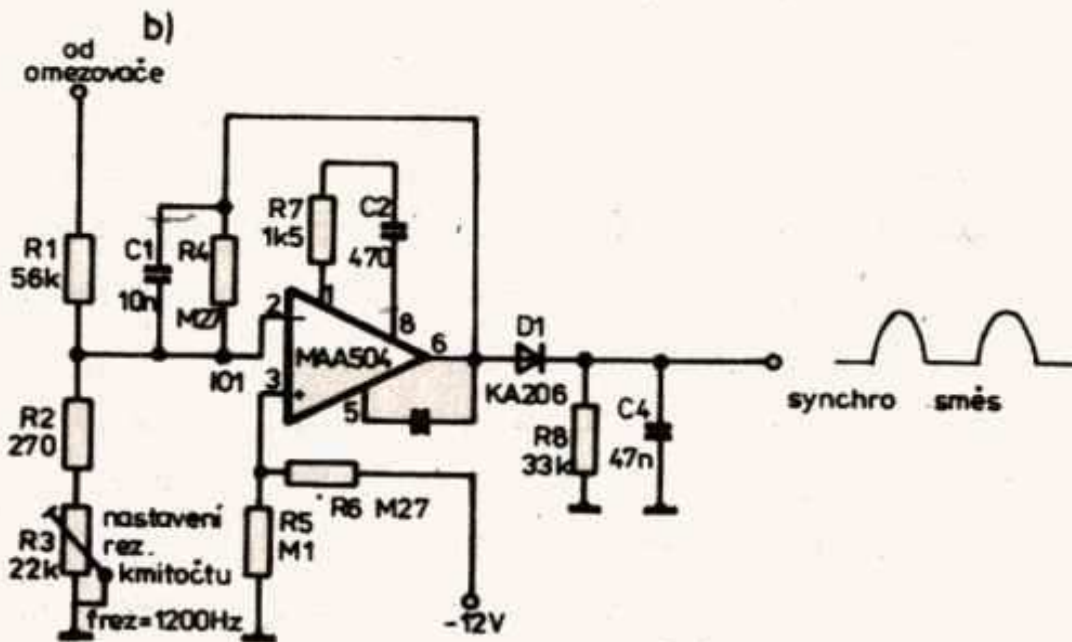
3.4. SYNCHRONIZAČNÍ, ODDĚLOVACÍ A ROZKLADOVÉ OBVODY

Jak již jsme uvedli, je při přenosu signálu SSTV nutno zajistit časovou koincidenci mezi stranou vysílací a stranou přijímací. Tedy, zjednodušeně řečeno, aby snímaný bod SSTV obrazu na straně vysílací byl stranou přijímací reprodukován ve stejném místě obrazu. Pokud by se nám tento požadavek nepodařilo splnit, dostali bychom na obrazovce monitoru pochopitelně jen nesouvislou změň různých bodů, s gradací od černé do bílé. Tutto správnou časovou koincidenci nám zajišťují synchronizační impulsy.

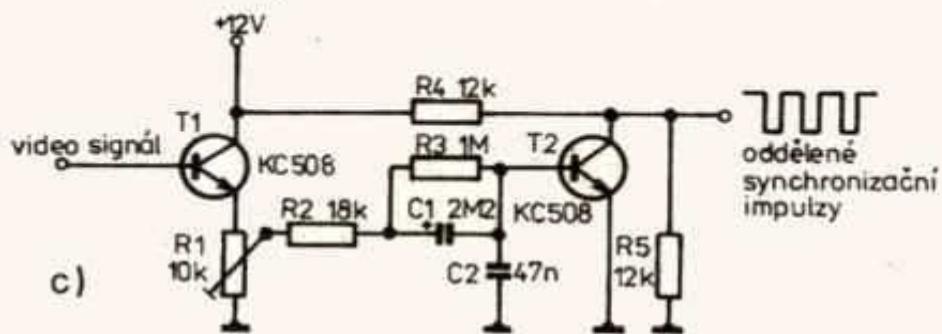
Jelikož úplný signál SSTV obsahuje v podstatě dvě složky - složku videosignálu a složku řádkových a snímkových synchronizačních impulsů /synchrosměs/, je nutno řešit nejprve oddělení synchronizační směsi od videosignálu. Existují dvě možnosti, jak toto zajistit. Lze použít kmitočtového oddělení před videodetekcí, nebo amplitudového oddělení přímo z videosignálu. Při kmitočtovém oddělení lze použít buď LC obvod neladěný na kmitočet



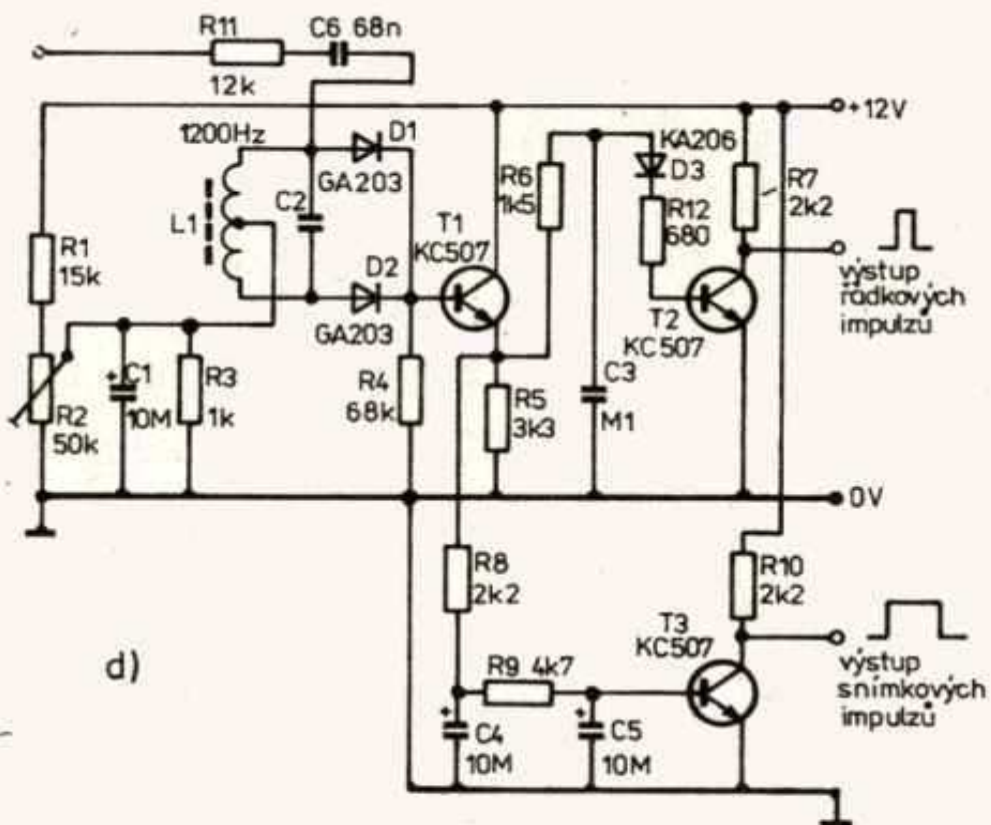
Obr.5a/ Oddělení synchronizačních impulsů pomocí LC obvodu



Obr.5b/ Oddělení synchronizačních impulsů pomocí selektivního zesilovače



Obr.5c/ Amplitudový oddělovač synchronizačních impulsů



Obr.5d/ Oddělení řádkových a snímkových synchronizačních impulsů

synchronizačních impulsů, tj. 1200 Hz, nebo použít selektivního zesilovače /buď z diskretních součástek či s operačním zesilovačem/, který nám vybere a zesílí kmitočet 1200 Hz. Pokud použijeme LC obvod, měl by mít co nejvyšší Q /tedy velký průměr feritového hrníčku a silnější drát pro vinutí/.

Další možností je použití amplitudového oddělovače synchronizačních impulsů. Zapojení tohoto obvodu je na obr.5c/. Do báze tranzistoru T1 se přivádí videosignál, který obsahuje kladné synchronizační impulsy. Vazební odpor R2 částečně omezuje ovlivňování obvodem oddělovače, který tvoří tranzistor T2 spolu s příslušnými pasívními prvky. Současně tvoří se vstupní kapacitou oddělovače integrační obvod, který omezuje pronikání krátkodobých impulsních poruch na vstup oddělovače. Je třeba podotknout, že pokud není oddělení synchronizačních impulsů precizní, dochází k ovlivňování synchronizačních obvodů monitoru videosignálem, což se na monitoru projeví "vytrháváním" řádků, tj. jednotlivé řádky jsou spouštěny zbytky videosignálu. Praktické zapojení oddělovačů synchronizačních impulsů je na obr.5a/,b/,c/.

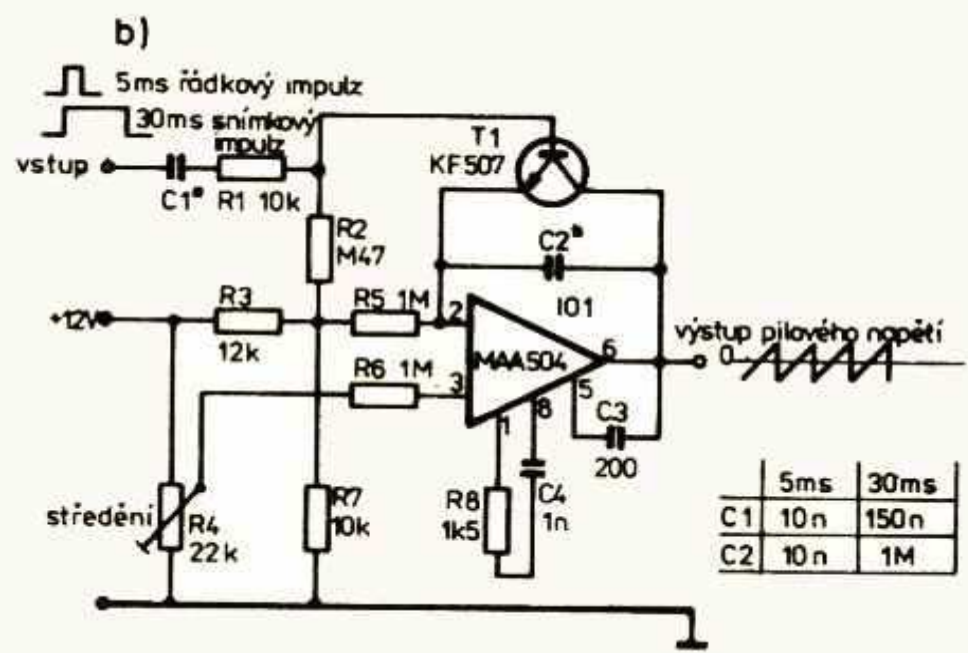
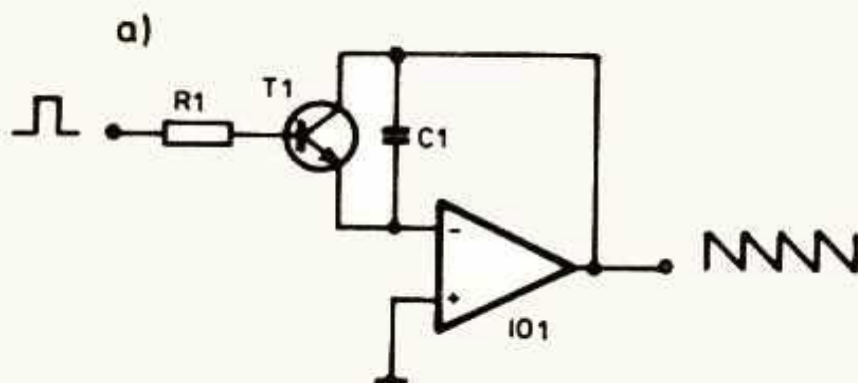
Jestliže se nám podařilo získat čisté synchronizační impulsy, je potřeba zajistit jejich rozdělení na řádkové a snímkové. Toto se provádí nejčastěji vyhodnocením šířky impulsu. Takovým obvodem může být i jednoduchý integrační člen. Zapojení integračního členu, sloužícího k oddělení impulsů řádkových a snímkových, s jejich tvarovačem, je na obr.5d/. Hodnoty integračního členu se volí s ohledem na oddělení požadované šířky impulsu. Jestliže máme odděleny synchronizační impulsy řádkové a snímkové, můžeme přistoupit k popisu dalšího obvodu a tím jsou rozkladové obvody.

Obvody rozkladů řádku a snímku jsou v podstatě generátory pilových napětí a jejich zesilovače. Zesilovače se používají buď napěťové, nebo výkonové. Záleží na tom, zda použitá obrazovka má vychylování elektrostatické nebo elektromagnetické. Pilové průběhy musí být lineární. Pokud bychom tento požadavek nesplnili, mělo by to za následek deformaci obrazu.

V praxi se obvykle používá pro generování rozkladových pilových průběhů operačního zesilovače, který je zapojen jako Millerrův integrátor. Operační zesilovač tvoří zdroj proudu, který nabíjí kondenzátor C2 /viz obr.6/. K tomuto kondenzátoru je paralelně připojen vybíjecí tranzistor T1, kterému je do báze přiveden synchronizační impuls. Po příchodu synchronizačního impulsu se tranzistor otevře a vybijí kondenzátor. Po skončení synchronizačního impulsu a uzavření tranzistoru se kondenzátor C2 opět začne nabíjet a celý děj se opakuje. Nastavením napětí pomocí R4 na druhém vstupu operačního zesilovače se nastaví symetrie generovaného pilového napětí vůči nulové ose, čímž se dosáhne vystředění obrázku na obrazovce monitoru. Tento pilový generátor je možno spouštět buď přímo synchronizačním impulsem /pak hovoříme o rozkladech přímo synchronizovaných/, nebo nepřímo - pak hovoříme o rozkladech nepřímo synchronizovaných.

Přímé synchronizace používají jednodušší monitory. Přímá synchronizace má přes svoji jednoduchoost hlavní nevýhodu v tom, že dovoluje pronikání různých šumů do obrazu. To pak zhoršuje rozlišovací schopnost.

U rozkladů nepřímo synchronizovaných je vlastní generátor pilových průběhů spouštěn z předcházejícího stupně trvale a tento stupeň je teprve synchronizován přicházejícími synchronizač-

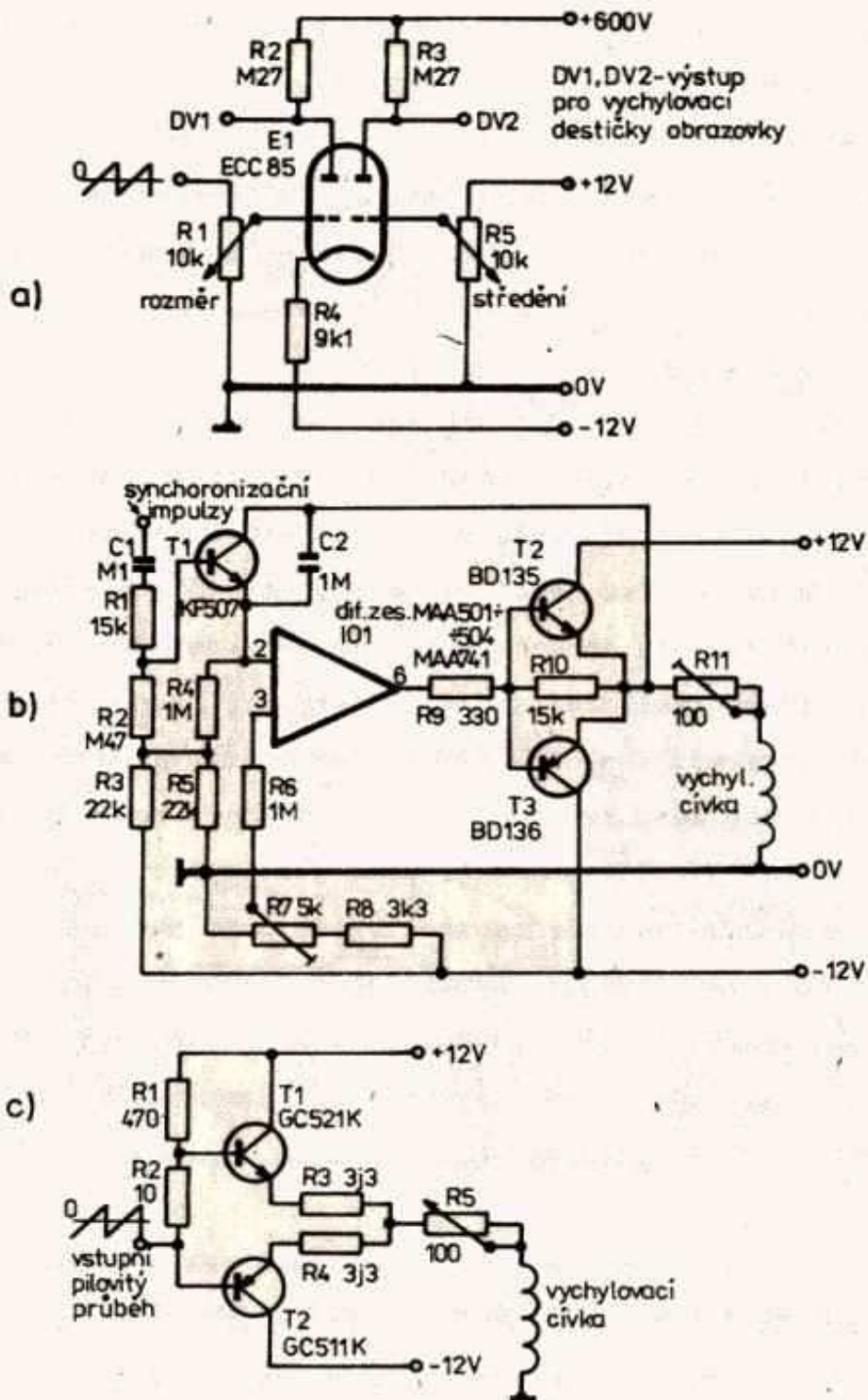


Obr.6 Generátory pilových průběhů pro rozkladové obvody.

ními impulsy. Někdy se tomuto typu rozkladů říká trvale běžící - na obrazovce je neustále restr. Toto řešení je výhodné ještě z jednoho důvodu. Pokud je na obrazovce stojící bod, má poměrně velký jas. Některé obrazovky, používané v technice SSTV, jsou velice citlivé na "vypálení" stínítka. To vznikne jako nevratná změna na luminoforu stínítka při příliš velké jasové intenzitě bodu. Na stínítku vznikne černý bod a obrazovka je tímto způsobem trvale poznamenána.

Jestliže máme k dispozici obě rozkladové pily patřičně synchronizované, zbývá popsat ještě poslední stupeň, a to zesilovače těchto pilových průběhů. Pro obrazovky s elektrostatickým vychylováním se používá napěťový zesilovač buď s elektronkami nebo tranzistory, pro obrazovky s elektromagnetickým vychylováním pak výkonový zesilovač s tranzistory. Při konstrukci těchto zesilovačů nebývají v podstatě žádné problémy. Jsou to jednoduché stejnosměrné zesilovače a je pouze potřeba respektovat dovolené zatížení použitých prvků, a to jak napěťové, tak proudové. Praktická zapojení těchto zesilovačů jsou na obrázku 7. Pokud se použije obrazovky s elektromagnetickým vychylováním, a tedy vychylovacích cívek, je vhodné ověřit, zda tyto cívky jsou vysoko či nízko impedanční a podle toho dimenzovat i polovodičové prvky použité v zesilovači.

Závěrem stati o monitorech SSTV signálu ještě několik realizačních poznámek. Ten, kdo se pustí do experimentování s tímto přitažlivým druhem provozu, bude jistě stát před problémem vhodné obrazovky. Jak jsme již řekli, tato obrazovka musí být dlouhodosvitová, s dosvitem minimálně osm sekund. Pokud máme možnost



Obr.7 Koncové zesilovače rozkladových obvodů

výběru, je vhodnější vybrat typ obrazovky s elektromagnetickým rychlováním. Odpadnou potíže se sháněním vhodných tranzistorů pro koncový stupeň rozkladů, popřípadě se vyhneme použití elektronky na tomto stupni. Co se týče volby nejvhodnějšího průměru, dává malá obrazovka také pochopitelně malý obrázek a v důsledku toho je pozorování jemnějších detailů na obrázku obtížnější. Na obrazovce příliš velké je již příliš vidět řádkování. Tento fakt můžeme částečně kompenzovat zvýšením jasu, obrázek je ale pak méně ostrý a rozlišovací schopnost rovněž utrpí. Lze říci, že optimální velikost obrázku na použité obrazovce je od 8 x 8 do 14 x 14 centimetrů. Z našich obrazovek se nejvíce používají typy 12QR51 /elstat./ a 18OQQ86 /elmag./. Velice jsou oblíbené sovětské typy 8LO39V a 18LM35. Některé z těchto typů jsou dostupné v prodejnách TESLA.

Co se týče volby zapojení monitoru, nelze říci, že by existovaly monitory vysloveně špatné a zároveň jiné vysloveně špičkové. Každý typ má pochopitelně svoje silné i slabší stránky. V neposlední řadě záleží i jak na našich materiálových možnostech, tak na zdatnosti toho kterého konstruktéra. Pro začátečníky v technice SSTV lze doporučit zapojení monitoru podle W4TB/OK2PBC, které používá obrazovku 8LO39V, tři operační zesilovače, sedm tranzistorů a dvě elektronky a lze ho postavit s dobrými výsledky a s minimálními investicemi i ze součástek druhé jakosti. Totéž platí o monitoru podle B. Franceschiho, které bylo uveřejněno v časopise Amatérské radio č.5/76. Zapojení monitoru podle W4TB, které přepracoval OK2PBC pro použití našich součástek, bylo zveřejněno taktéž v časopise Amatérské radio, a to v č.9/73.

4. SNÍMACÍ SYSTÉMY SSTV

Obraz SSTV můžeme snímat buď čistě elektronicky, nebo za použití elektromechanických snímacích systémů, což jsou snímače elektronické, kombinované s mechanickou částí. Každý způsob má pochopitelně svoje výhody a nevýhody. O výhodách a nevýhodách jednotlivých snímacích systémů se vedou polemiky. Seznámíme se proto se všemi používanými snímacími systémy.

Hlavními představiteli čistě elektronických snímacích systémů jsou

- kamera /jako snímací prvek je použit kvantikón či vidikon/
- snímač pro snímání transparentních nebo netransparentních předloh FSS /flying spot scanner - snímač s běžící stopou/.

Z elektromechanických snímacích systémů je to pak obdoba FSS - elektromechanický snímač.

Diskuse, které se vedou o účelnosti toho kterého snímacího systému, vycházejí ze skutečnosti, že vysílaný obraz není pohyblivý. Snímané objekty, které se pohybují, musí setrvat po dobu snímání jednoho snímku /cca 8 sekund/ v nehybnosti, aby byla zachována kontinuita snímaného obrazu.

Pokud budeme snímat kamerou, je nutné vhodné osvětlení snímané scény, správné nastavení ostření a clony. Je třeba si uvědomit, že po každém našem "zásahu" musíme počkat po dobu jednoho snímku, jak se každá změna projeví. To je postup značně zdlouhavý. Je zde tedy řada argumentů, které zvýhodňují použití

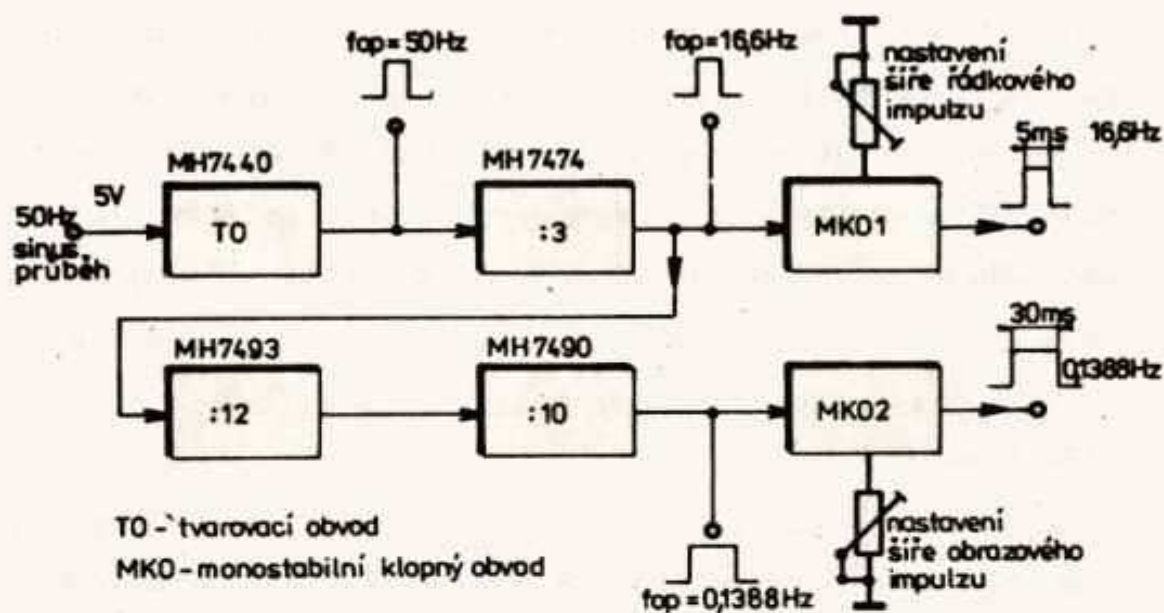
FSS či jeho elektromechanické obdoby oproti kameře. Na druhou stranu možnost skutečné časové koincidence při "živém" vysílání zvyšuje atraktivnost použití kamery. Je třeba přihlédnout i ke skutečnosti, že pomocí kamery lze za použití vhodného přípravku snímat i diapozitivy. Co se týče konstrukční náročnosti, je možno říci, že oživování kamery SSTV zabere podstatně více času než oživování FSS, a to jak čistě elektronického, tak elektromechanického. V neprospěch kamery hovoří také podstatnou měrou ten fakt, že kvantikon či vidikon nepatří mezi součástky snadno dostupné.

4.1. SYNCHRONIZÁTOR

V popisu obvodů snímačů začneme částí, která je pro všechny společná. Touto částí je synchronizátor. Jeho úkolem je generovat synchronizační impulsy pro synchronizaci řádků a snímků. Z kmitočtu sítě 50 Hz potřebujeme získat kmitočty pro synchronizaci řádků 16,6 Hz a pro synchronizaci snímků 0,1388 Hz. Z těchto kmitočtů je dále třeba získat impulsy normovaných délek - pro řádek 5 ms a pro snímek 30 - 50 ms. Způsob získání potřebných kmitočtů a impulsů normovaných délek ukazuje obr.8. Při konstrukci synchronizátoru lze použít s výhodou integrovaných obvodů řady TTL - je však možno /viz dále/ použít i diskrétních součástek. Praktické provedení synchronizátoru s obvodem TTL je na obr.9.

Sinusový vstupní průběh 50 Hz omezíme v IO 1 nejprve na obdélníkový průběh. Tento obdélníkový průběh vydělíme v děliči třemi /IO 2/ a dostaneme impulsy s opakovacím kmitočtem 16,6 Hz

pro horizontální rozklad. Kmitočet 16,6 Hz vydělíme v děličkách IO 4 a IO 5 dělicím poměrem 120 a dostaneme kmitočet pro vertikální rozklad 0,1388 Hz. Impulzy požadovaných délek jak pro řádek, tak pro snímek, vytvoříme pomocí monostabilních klopných

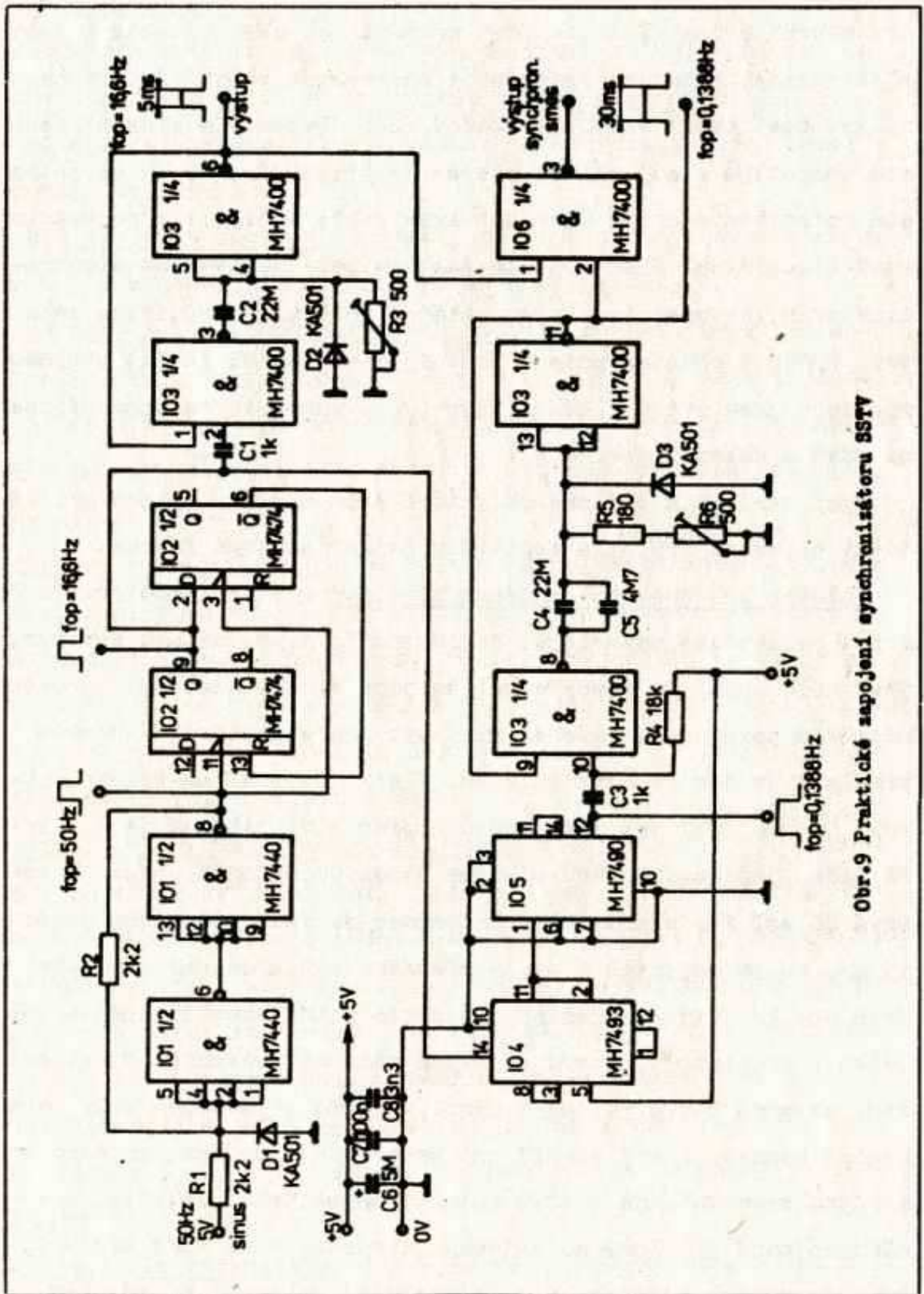


Obr.8 Způsob získání kmitočtů rozkladů z kmitočtu sítě

obvodů, tvořených IO 3. Popsaný synchronizátor, vytvořený z obvodů řady TTL, má při své jednoduchosti výhodu v tom, že jeho nastavení je velice snadné a jednoznačné a nepřinese tedy při své realizaci větší potíže.

4.2. ELEKTROMECHANICKÝ SNÍMAČ

Jednou z možností, jak získat signál SSTV, je použití elektromechanického snímače obrázků. Tento typ snímače patří po elektrické stránce k nejnáze nastavitelným a při pečlivém mechanickém provedení dává výborné výsledky. Celé zařízení se skládá ze



Obr.9 Praktické zapojení synchronizátoru SSTV

tří hlavních částí. Je to část mechanická, část optická a část elektronická. Sestava snímače je nakreslena na obr.14. Mechanickou část tvoří váleček, vodící závit suportu s vlastní pohonnou jednotkou a suport, na kterém je připevněna spolu se snímacím fototranzistorem. Část optickou tvoří objektiv s prosvětlovací žárovíčkou. Elektronická část snímače je tvořena synchronizátorem, obvodem pro řízení otáček motoru pohánějícího váleček, řídicím obvodem motoru pohánějícího vodící závit, obvodem regulace jasu prosvětlovací žárovíčky, generátorem pomocné nosné SCFM a dalšími obvody.

Nyní stručně k požadavkům, které jsou kladeny na jednotlivé části snímače, aby byla zajištěna jejich správná funkce.

Váleček pro upevnění snímané předlohy musí být zhotoven z co možná nejlehčího materiálu; dá se použít např. silon, novodur, texgumoid apod. Je samozřejmé, že jeho výrobě musí být věnována náležitá pozornost, váleček musí být dobře vystředěn. Rozměr předlohy je dán rozměry válečku. Platí, že jaký má váleček obvod, taková musí být jeho výška /poměr stran obrazu je 1 : 1/. Po jednu otáčku válečku se sejme jeden řádek SSTV obrazu - ten trvá 60 ms. Pro přenos videoinformace je však vyhrazeno pouze 55 ms, ve zbývajících 5 ms je přenášen synchronizační impuls /viz obr.1/. Strany předlohy je proto nutné zmenšit oproti válečku o vzdálenost, která odpovídá pěti milisekundám z celkové doby snímání řádku. V dolní části válečku je zalepen malý permanentní magnet, který slouží pro generování impulsu, nutného pro udržení konstantních otáček motoru pohánějícího váleček. Upevnění snímané předlohy na válečku je různé, musí však zajistit rychlou výměnu předlohy a její bezpečné uchycení na válečku.

Pohonný motor válečku: používá se komutátorového motoru o dostatečném momentu; kotva motoru musí být co nejlehčí. Dá se použít motorů z ventilátoru topení osobních automobilů. Je-li tu možnost, vybereme motor s větším počtem komutačních lamel - snadněji se odrušuje.

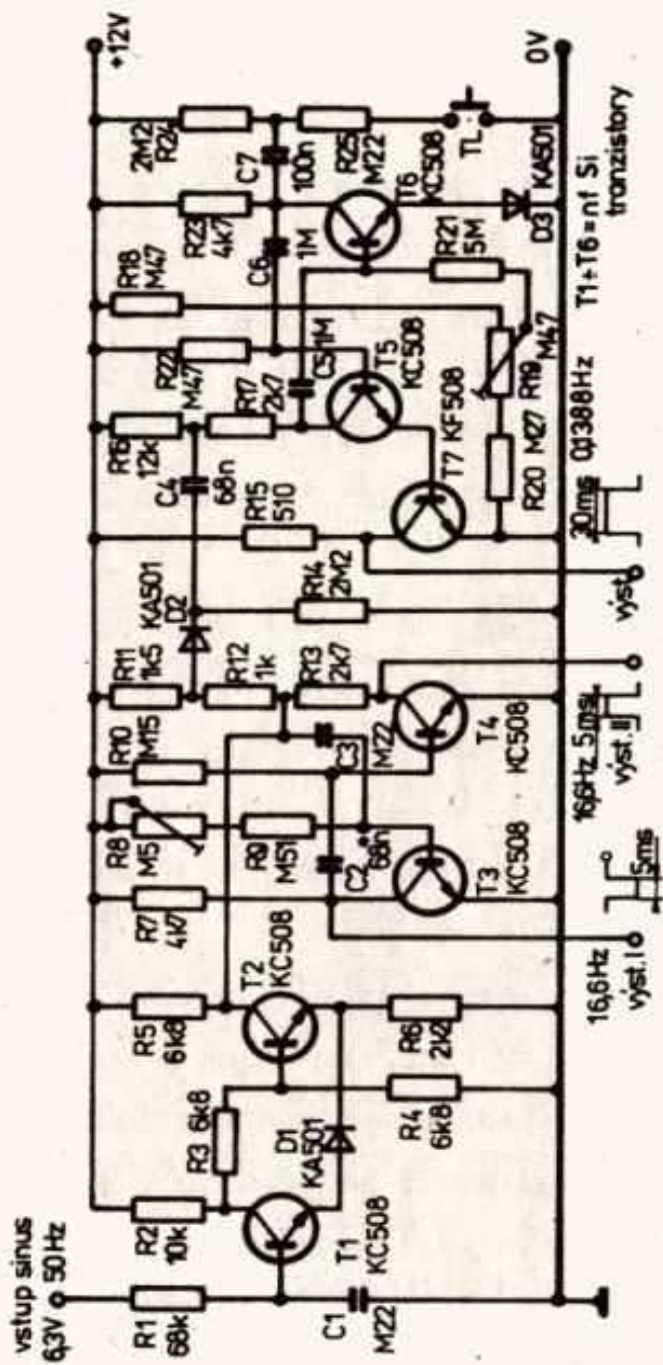
Vodící závit suportu je přesný závit o dostatečném průměru, aby byl mechanicky tuhý. Používá se závit M6 až M8.

Pohonný motor vodícího závitu suportu postačí s menším momentem, ideální je motor používaný v bateriových magnetofonech. Dá se použít i motorů pro modely vláček apod. Co se týče hmotnosti kotvy a počtu lamel, platí zde stejná kritéria jako pro pohonný motor válečku.

Suport s vodící matkou je opět s co nejmenší hmotností, ale dostatečně robustní pro zajištění patřičné mechanické tuhosti. Musí zajistit bezpečné uchycení optiky /objektivu/ spolu s prosvětlovací žárovčkou a snímacím fototranzistorem. Vodící matka - nejlépe mosazná /je dělená napůl/ - se musí pohybovat po vodícím závitu volně, ale bez vůle.

Objektiv a prosvětlovací žárovička musí vytvořit na snímané předloze ostrý světelný bod; čím menší bod, tím větší rozlišovací schopnost. Dá se dosáhnout menšího bodu jak 0,5 mm. Objektivy požadovaných vlastností se používají v optické části zvukových projektorů, kde snímají zvukový záznam z filmu. Prosvětlovací žárovička se používá o poměrně velkém výkonu /cca 5 W/ - světelnost objektivů nebývá nejlepší. Pokud máme možnost, vybereme žárovku s rovným vláknem. Na předloze se zobrazuje v podstatě průmět vlákna.

Snímací fototranzistor je nejčastěji československý typ KP



Obr.11 Obvod řídicí etážky motoru pro pohon válečku

101 - musí být pevně uchycen na suportu, odkloněn cca 45° od osy objektivu a ve vzdálenosti 3 až 5 mm od otáčející se snímané předlohy.

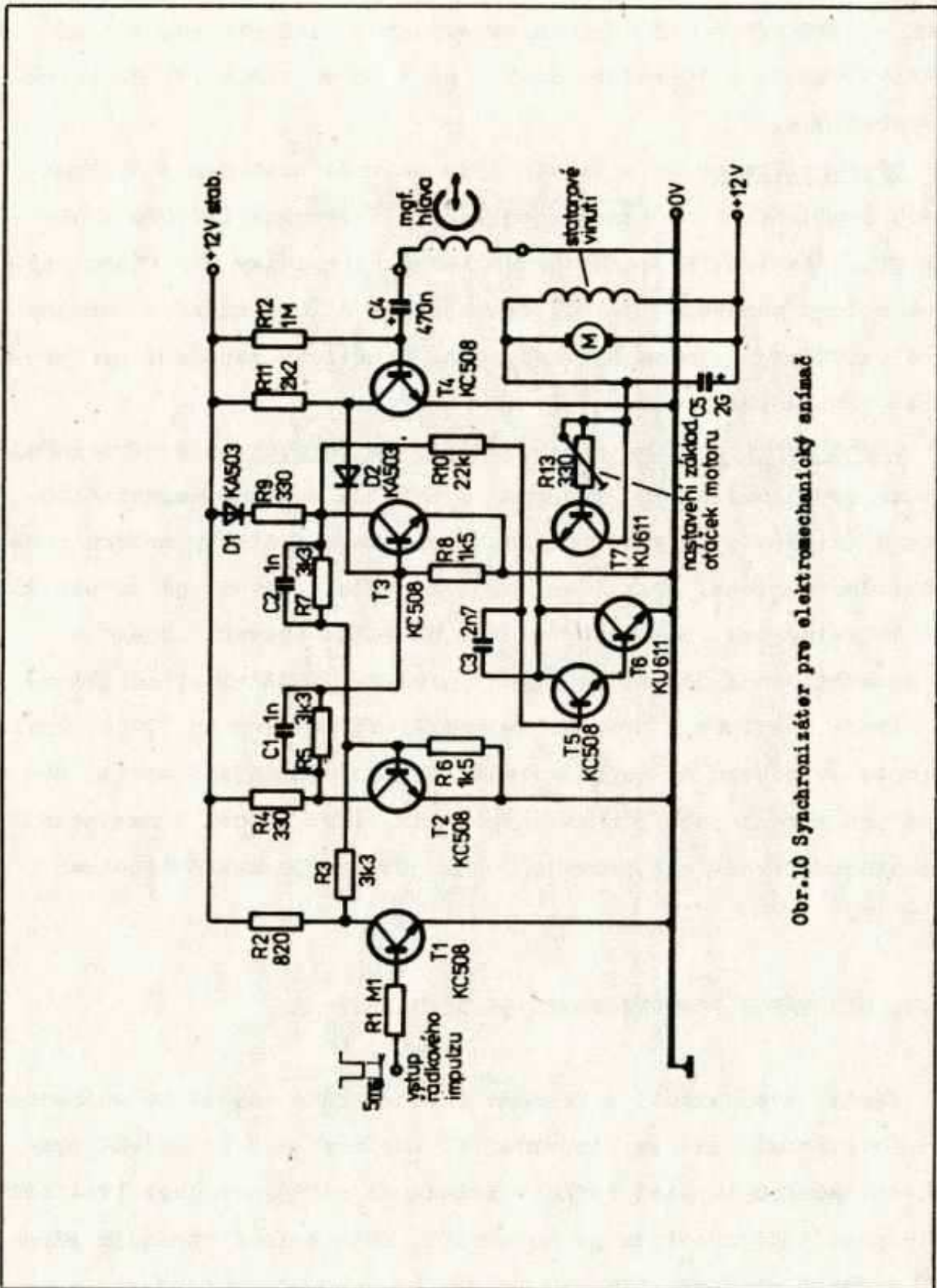
Synchronizátor je u tohoto typu snímače postaven z diskrétních součástek /lze samozřejmě použít i synchronizátoru s obvody TTL/. Zajišťuje jednak synchronizační impulsy pro řízení otáček motoru pohánějícího váleček, jednak synchronizační impulsy pro vytváření úplného SSTV signálu. Praktické zapojení synchronizátoru je na obr.10.

Obvod pro řízení motoru pohánějícího váleček porovnává impulsy ze synchronizátoru /řádkové/ a impulsy snímané magnetofonovou hlavičkou z válečku a udržuje konstantní otáčky motoru pohánějícího váleček. Praktické zapojení tohoto obvodu je na obr.11.

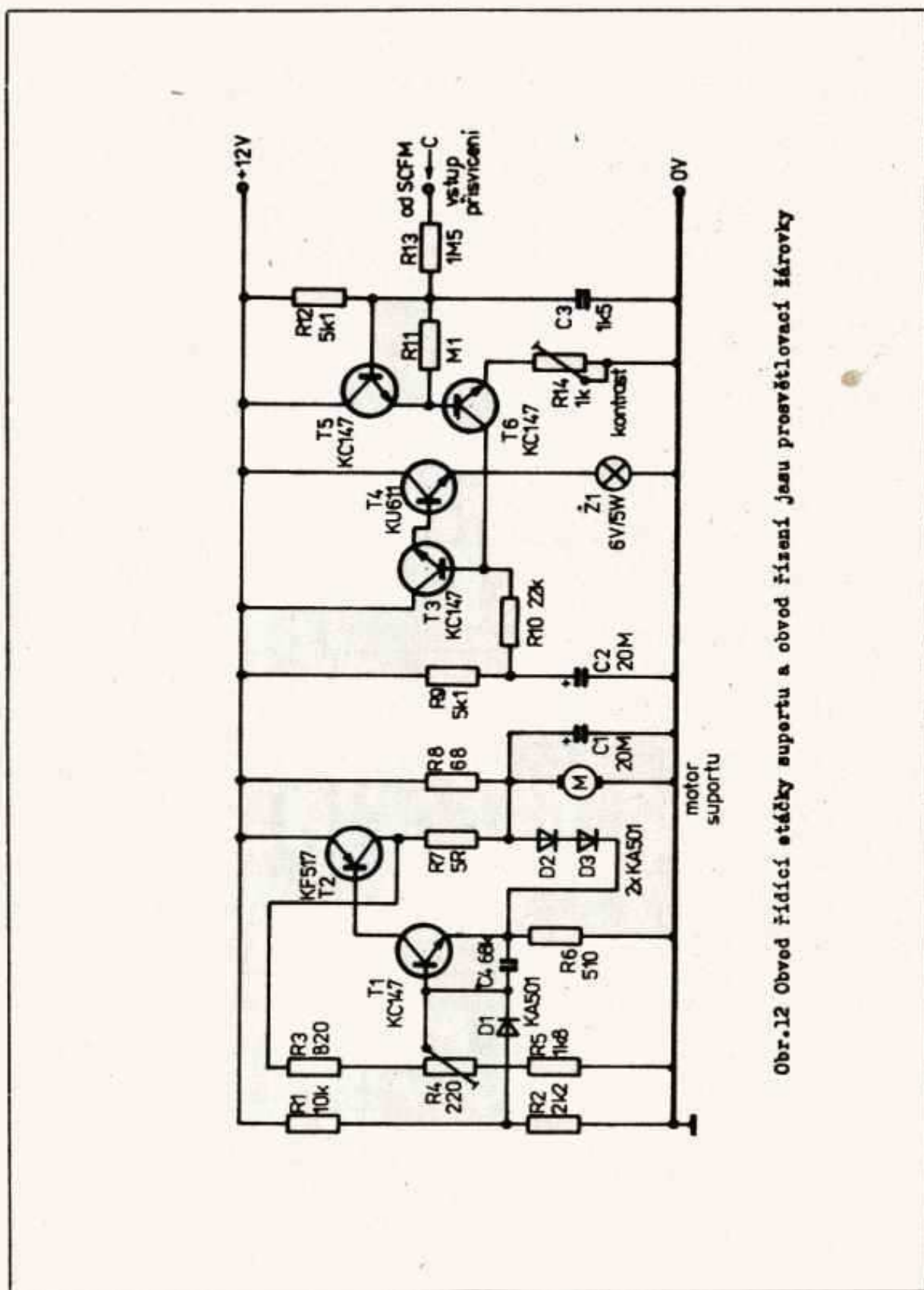
Světelný bod, který na snímané předloze vytvoří objektiv s prosvětlovací žárovíčkou, musí překonat vzdálenost od jednoho kraje předlohy k druhému ve vertikálním směru za 7,2 s. Podle tohoto požadavku se seřídí otáčky motoru pohánějící závit. Obvod pro řízení jasu prosvětlovací žárovíčky slouží k nastavení kontrastu. Praktické provedení obou obvodů je nakresleno na obr.12.

4.3. GENERÁTOR POMOCNÉ NOSNÉ SIGNÁLU SSTV

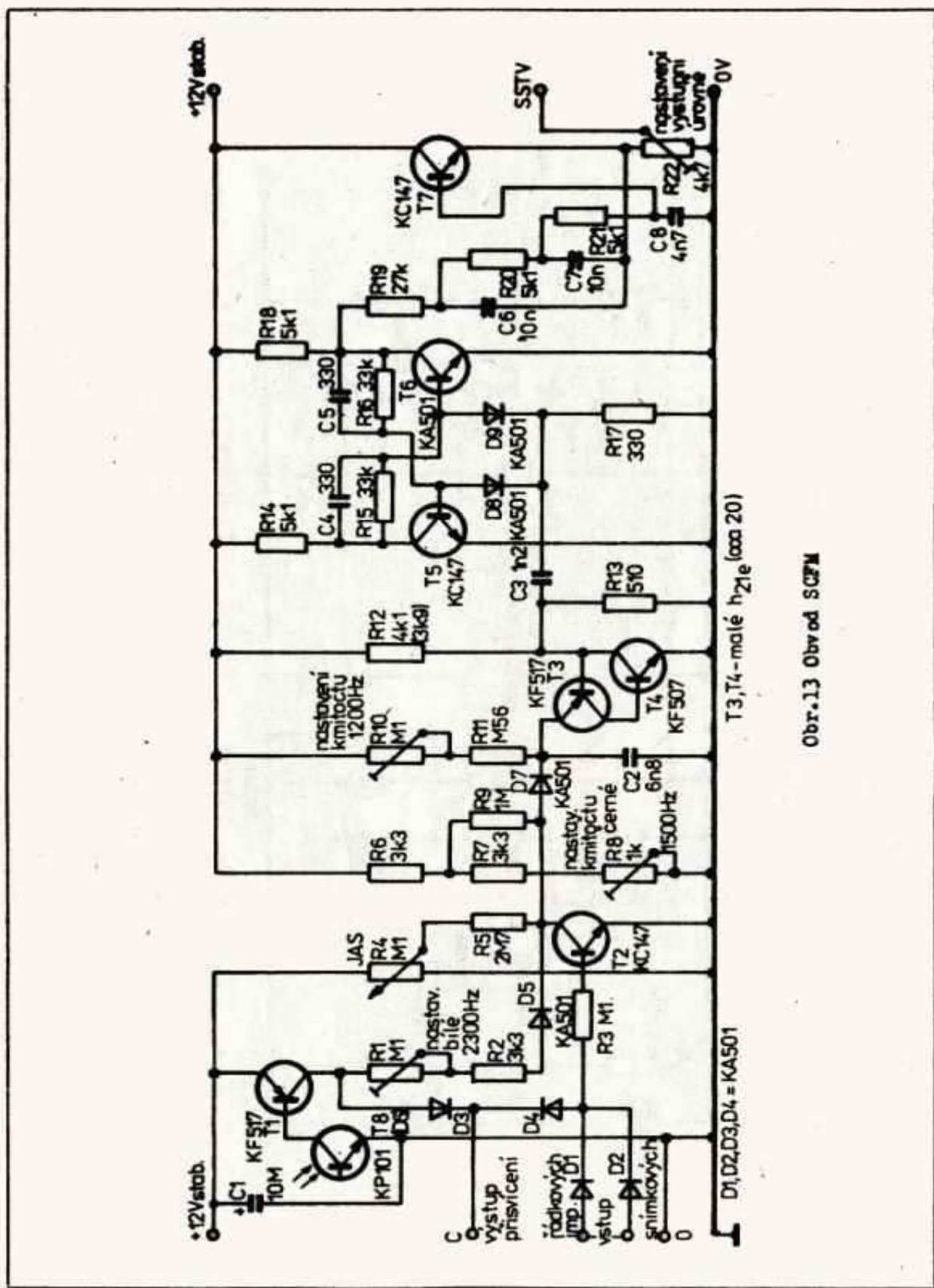
Tento obvod slouží k přeměně elektrického napětí ze snímacího fototranzistoru na odpovídající kmitočet a k přimísení synchronizačních impulsů řádku a snímku do signálu video. Praktické zapojení tohoto obvodu je na obr.13. Dále snímač obsahuje zdroje a různé pomocné obvody.



Obr.10 Synchronizátor pro elektromechanický snímač



Obr.12 Obvod řídicí stáčky supertu a obvod řízení jasu prosvětlovací žárovky

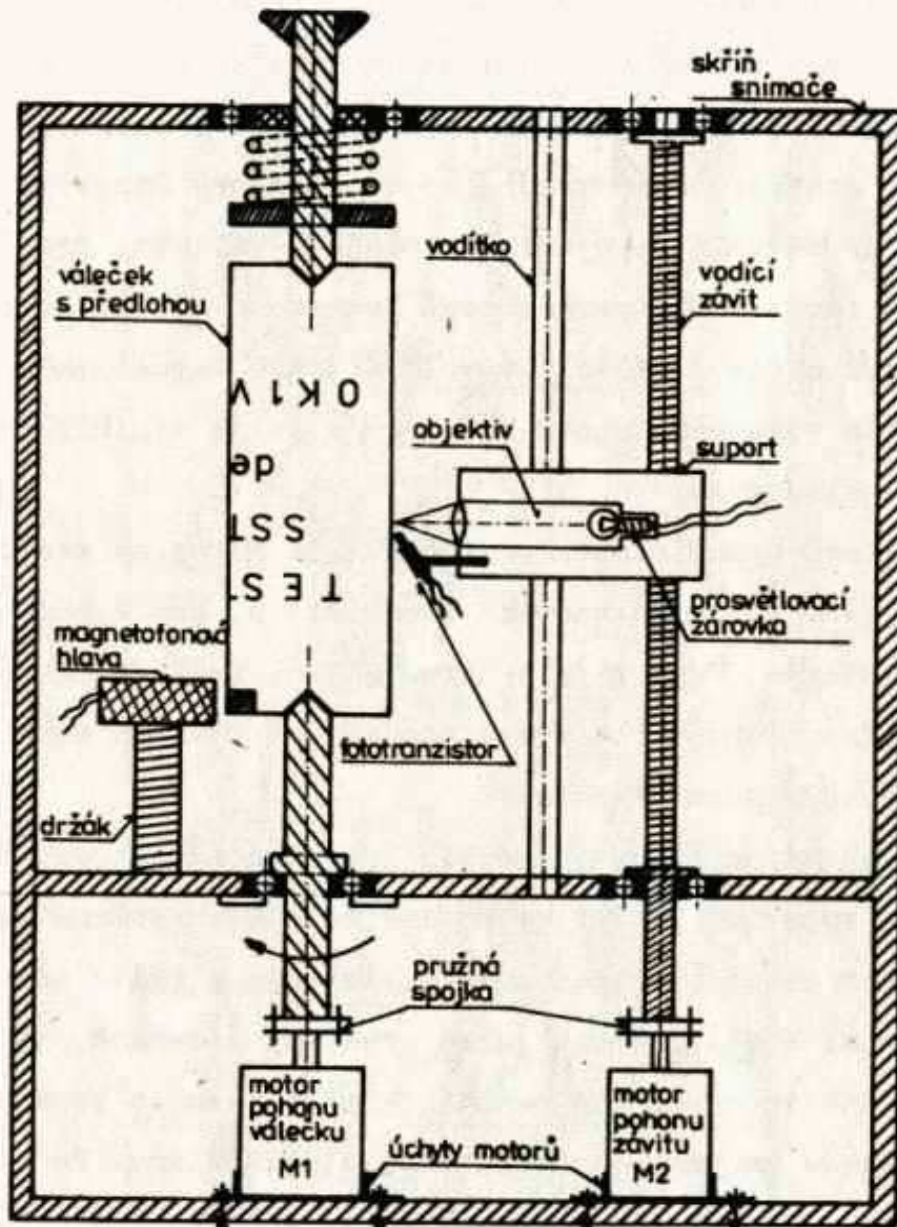


Obr. 13 Obvod SCFM

Nyní k funkci celého zařízení. Váleček, na kterém je upevněna snímací předloha, se otáčí konstantní rychlostí. V tomto stavu je udržován pomocí obvodu pro řízení rychlosti otáčení válečku. Řádkové synchronizační impulsy jsou nejprve zesíleny a přivedeny na jeden nastavovací vstup bistabilního klopného obvodu. Do druhého nastavovacího vstupu jsou přivedeny impulsy, jejichž frekvence je závislá na rychlosti otáčení válečku. Pro jejich získání je použit malý permanentní magnet, nalepený na obvodu válečku. Při otáčení válečku vyvolává tento magnet změnu magnetického pole v magnetofonové hlavičce a takto vzniklý impuls je zesílen a natvarován.

Z kolektoru tranzistoru T3 /obr.11/ je řízen ss zesilovač pracující jako budič výkonového tranzistoru, který řídí proud pohonným motorem. Odporovým trimrem R13 se nastaví úroveň pootevření řídicího tranzistoru a tím otáčky, ve kterých motor běží pravidelně konstantní rychlostí.

Na otáčející se šroub je pružinou přitlačována rozpálená vodící matka suportu. Suport je po závitu unášen směrem vzhůru. Světelný bod osvětluje postupně bod po bodu a řádek po řádku celou předlohu. Světlo, které je od předlohy odraženo, je snímáno fototranzistorem a vzniklé napětí je přivedeno do obvodu SCFM, kde se převede na kmitočet odpovídající osvětlení. Po 7,2 sekundách přijde ze synchronizátoru snímkový synchronizační impuls, který je detekován pomocným obvodem. Výstup tohoto obvodu ovládá elektromagnet přemáhající sílu pružiny, která až do této doby přitlačovala matku do závitu. Matka se rozevře a celý suport sjede vlastní vahou dolů, matka je opět přitlačena na vodící šroub a začne snímání dalšího snímku.



Obr.14 Mechanické uspořádání elektromechanického snimače

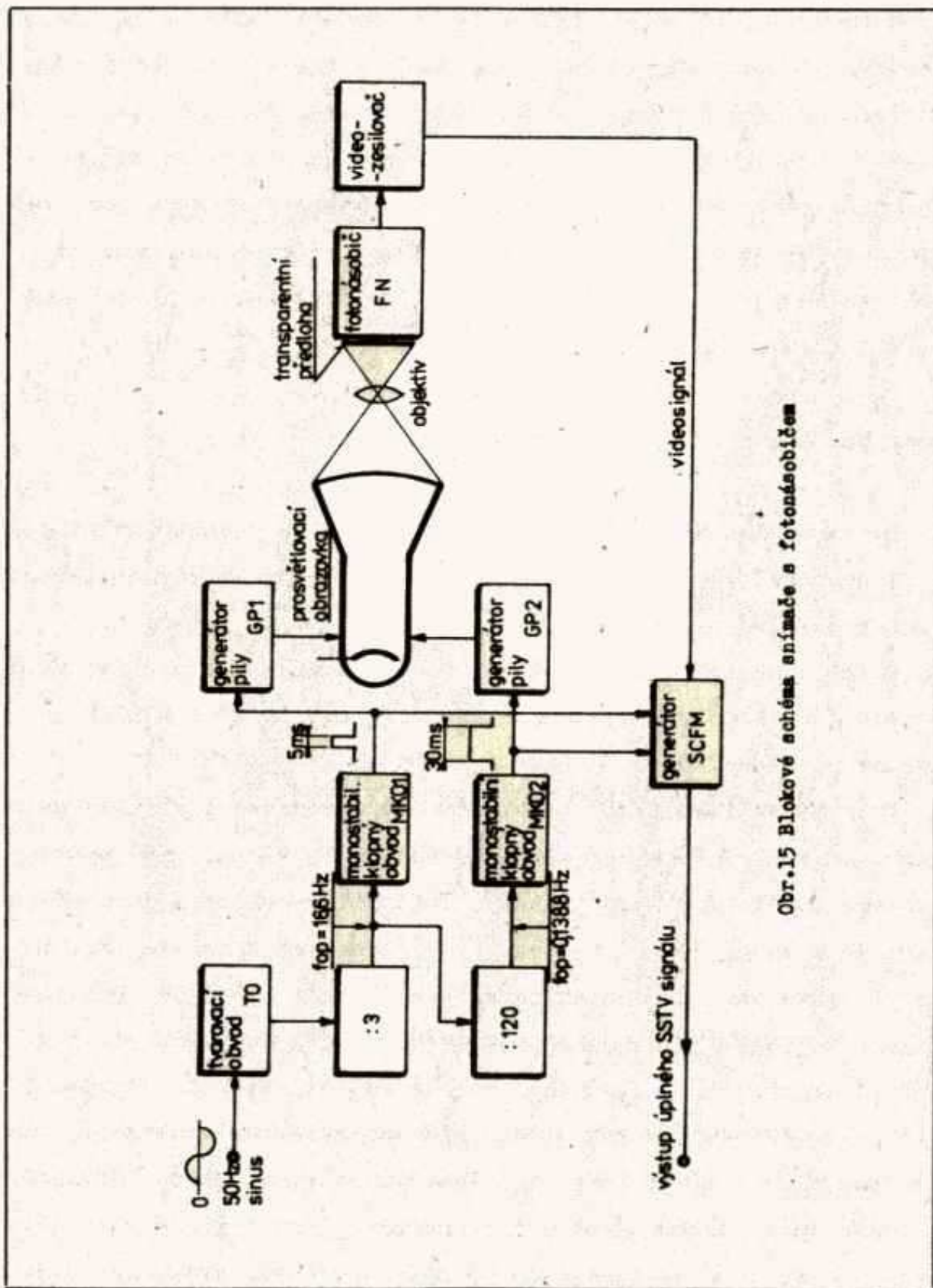
Popsaný snímač se, výborně hodí pro snímání různých nápisů a kreseb, případně černobílých fotografií. Pro snímání barevných předloh je méně vhodný, což je dáno použitým fototranzistorem. Fototranzistory např. modrou barvu téměř "nevidí". Je zajímavé, že obrázek nakreslený černým "fixem" není po vysnímání pro malý kontrast na monitoru téměř vidět, i když snímaná předloha je velice kontrastní. Je to způsobeno tím, že zdánlivě sytá černá barva je ve skutečnosti intenzívně modrá.

4.4. SNÍMAČE S FOTONÁSOBIČEM /FSS/

Další možností, jak získat signál SSTV, je použití snímače s fotonásobičem. Tyto snímače bývají často označovány anglickou zkratkou FSS.

Snímač se skládá z prosvětlovací obrazovky, optiky, fotonásobiče, zesilovače video, rozkladových obvodů, obvodu SCFM a synchronizátoru. Blokové schéma snímače je na obr.15.

Dále vysvětlíme činnost snímače. Synchronizační impulsy ze synchronizátoru jsou přivedeny do obvodů rozkladů, kde jsou vytvořeny patřičné pilové průběhy. Tyto pilové průběhy jsou přivedeny do zesilovačů, které budí vychylovací cívky obrazovky. Na ní je vytvořen pohybem světelného bodu rastr. Ten je objektivem snímán a prosvětluje transparentní předlohu, např. diapozitiv. Světlo procházející předlohou dopadá na fotonásobič. Dopadem světla na fotokatodu fotonásobiče jsou emitovány elektrony, které jsou vlivem elektrického potenciálu na první mřížce /dynodě/ urychlovány. Jelikož dynody fotonásobiče jsou připojeny na dělič napětí tak, že napětí na nich se směrem k anodě zvětšuje, jsou



Obr.15 Blokové schéma snímače s fotonásobičem

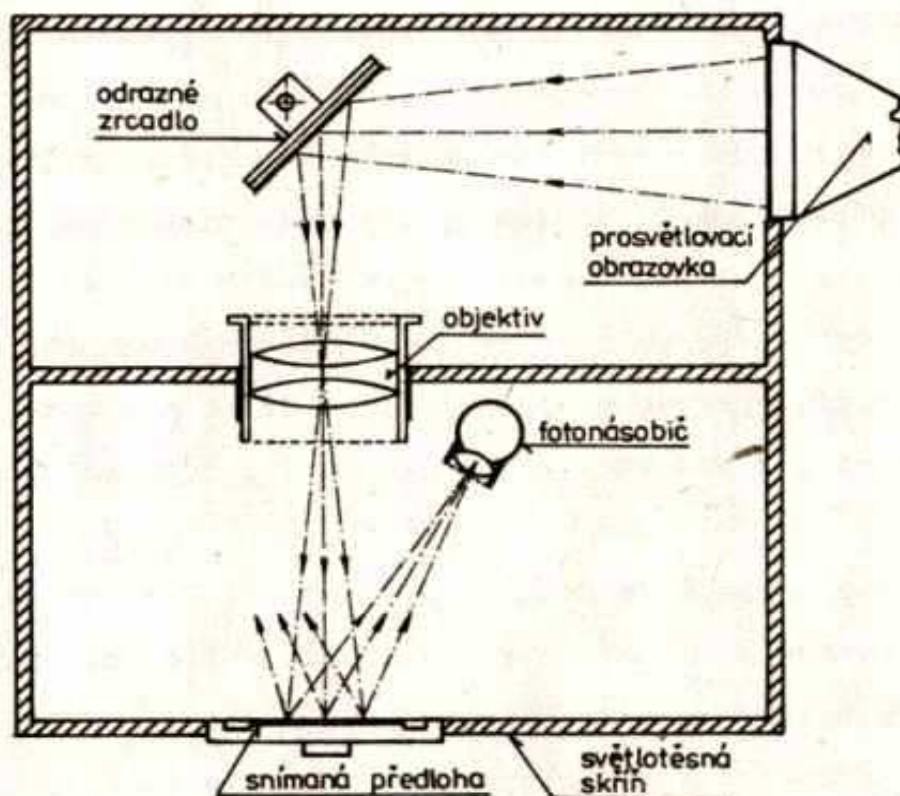
elektrony postupující k anodě "násobeny". Průchodem anodového proudu anodovým odporem se vytvoří úbytek napětí, který je úměrný množství dopadajícího světla na fotokatodu.

Jelikož světelný bod je vychylován, prosvěcuje postupně bod po bodu a řádek po řádku celou předlohu, vytvoří se v každém časovém okamžiku elektrické napětí úměrné průhlednosti předlohy. Toto napětí vytváří videosignál, který je v předzesilovači zesílen a v obvodu SCFM přeměněn na odpovídající kmitočty SSTV signálu. Přimícháním synchronizačních impulsů, které spouštějí rozklady prosvětlovací obrazovky do takto získaného SSTV signálu, dostaneme správnou časovou koincidenci, tzn. že každý bod snímané předlohy je po zobrazení na monitoru reprodukován ve stejném místě. Správné nastavení video části a obvodu SCFM pak zaručí, že tento bod bude reprodukován i s odpovídající jasovou gradací.

Tento typ snímače je možno uspořádat tak, že lze snímat i předlohy netransparentní, jako jsou fotografie, obrázky na silném papíře apod. Uspořádání takového snímače je na obr.16. Prosvětlovací obrazovka osvětluje přes objektiv restrem předlohu. Světlo, které se od předlohy odráží, je snímáno fotonásobičem. Odrazné zrcadlo je použito z konstrukčních důvodů, rozměry snímače se tím poněkud zmenší. Pro oba snímače platí, že je nutno v každém případě zabezpečit světlotěsnost celé soustavy. Vniknutím okolního světla by mohlo dojít za jistých okolností i k poškození fotonásobiče jeho přetížením. Citlivost fotonásobiče je řádově 10^{-2} mikrolumen. Jako prosvětlovací obrazovky se používají většinou obrazovky s krátkým či velmi krátkým dosvitem, s paprskem modré nebo modrofialové barvy. V podstatě lze použít

jakékoliv obrazovky, na které se podaří vytvořit dostatečně ostrý bod po celém stínítku, respektive po jeho používané části /rozměr rastru/.

Snímač lze konstruovat i tak, že se jako prosvětlovací obrazovka použije přímo obrazovka monitoru. Kontrast se stáhne na

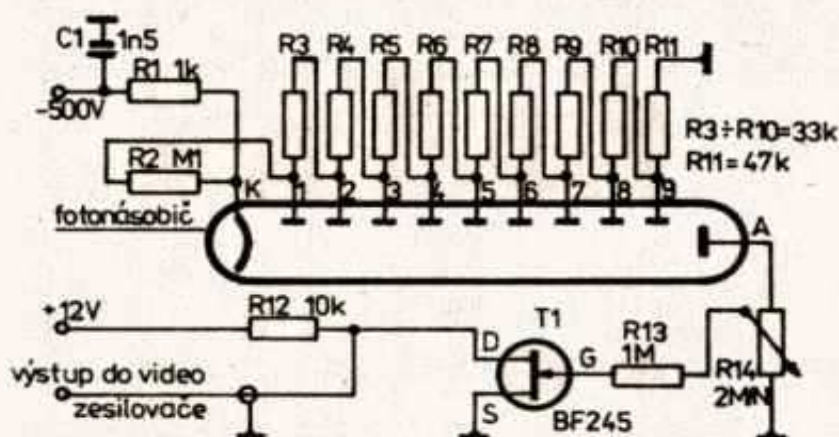


Obr.16 Mechanické uspořádání snímače na odražené světlo

minimum a přivedením synchronizačních impulsů ze synchronizátoru se na obrazovce vytvoří rastr. Ten prosvětluje snímanou předlohu buď přímo, nebo ji osvětluje přes objektiv. Poměrně rychle se takový snímač dá realizovat z diapojektoru. Na místo projekční žárovky se umístí fotonásobič a do objektivu projektoru "svítí" prosvětlovací obrazovka. V tomto případě jsou poněkud větší

problémy se zamezením dopadu okolního světla na fotonásobič, nicméně i toto je řešitelné. Vzhledem k tomu, že fotonásobič je velmi citlivý a tudíž reastr na prosvětlovací obrazovce nemusí příliš "zářít", potlačí se zároveň na minimum i vliv doby dosvitu obrazovky. Zbytek světla, který produkuje dohasínající luminofor obrazovky, lze potlačit nastavením obvodu SCFM. U statických obrázků /a jiné vlastně nesnímáme/ to není na závadu.

Lze říci, že u snímáče typu FSS se dá bez obtíží dosáhnout vynikajícího kontrastu, a to i v případě, pokud místo transparentní předlohy použijeme obyčejnou fotografii na tenkém foto-



Obr.17 Zapojení fotonásobiče

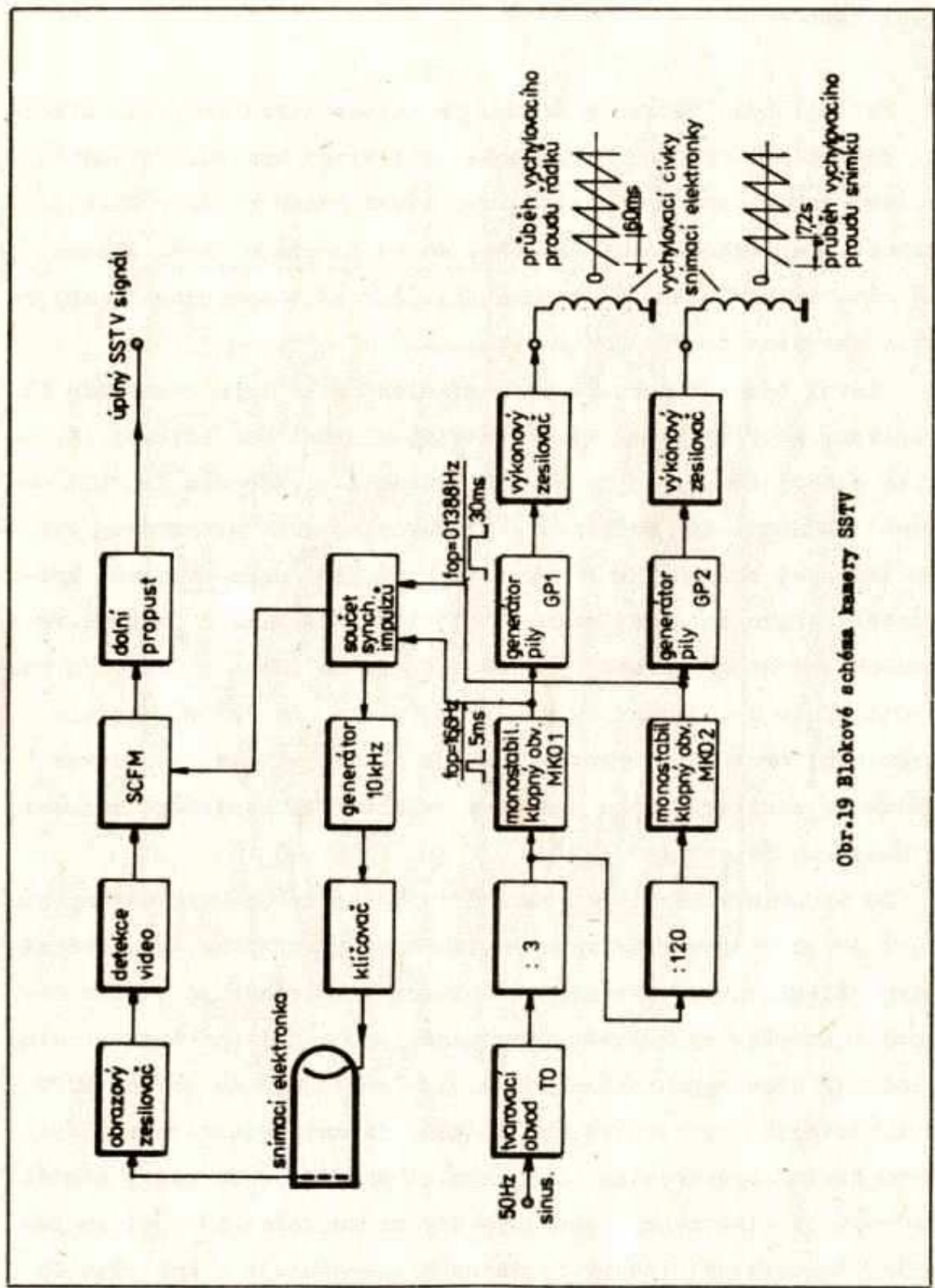
grafickém papíru. Pokud je předloha alespoň trochu průsvitná a použijeme-li prosvětlovací obrazovky s větším jasem, je množství světla dopadajícího na fotonásobič dostatečné pro získání kvalitního signálu SSTV. Praktické zapojení fotonásobiče je na obr.17. Obvod SCFM, který lze při konstrukci snímáče FSS použít, je na obr.18.

4.5. KAMERY

Jak již bylo řečeno v úvodu, je velice atraktivní záležitostí použít pro snímání SSTV obrazu televizní kameru. Ta umožňuje snímat jak kresby a různé nápisy, tak i různé objekty živé či neživé. Je pochopitelné, že vše, co se pohybuje, musí zůstat po dobu snímání jednoho snímku /tj. 7,2 s/ v nehybnosti, aby nebyla porušena časová kontinuita.

Hlavní částí kamery je snímací elektronka typu kvantikon či vidikon, s příslušnými vychýlovacími a ostřicími cívkami. Blokové schéma kamery je na obr.19. Snímací elektronka je "klíčována" obdélníkovým průběhem z klíčovacího multivibrátoru, který má kmitočet cca 10 kHz /frekvence klíčování není nikterak kritická/, takže obrazový signál /odpovídající jasu v jednotlivých bodech snímaného obrazu/ je namodulován na tomto klíčovacím kmitočtu. Toto uspořádání je používáno proto, že jednak omezuje pronikání brumu do obrazového signálu, jednak lze realizovat obrazový zesilovač jako střídavý /elektrické napětí ze snímací elektronky je velice malé/.

Do vychýlovacích cívek snímací elektronky jsou přiváděny pilové průběhy spouštěné synchronizačními impulsy ze synchronizátoru. Elektronkový paprsek ve snímací elektronce je těmito pilovými průběhy vychýlován. Současně /pro zajištění časové koincidence/ jsou synchronizační impulsy přiváděny do obvodu SCFM a klíčovacího multivibrátoru 10 kHz. Snímací elektronka je po dobu trvání synchronizačních impulsů zavírána. Obrazový signál ze snímací elektronky, namodulovaný na kmitočet 10 kHz, se zesílí, dvoucestný diodový detektor ho demoduluje z kmitočtu 10



Obr.19 Blokové schéma kamery SSTV

kHz a s pomocí filtru se odstraní zbytek dvojnásobku nosného kmitočtu. Filtrovaný signál video se přivede do obvodu SCFM. Do obvodu SCFM jsou současně přivedeny řádkové a snímkové synchronizační impulsy. Za obvodem SCFM je zařazena ještě dolní propust, aby se odstranily vyšší parazitní kmitočty.

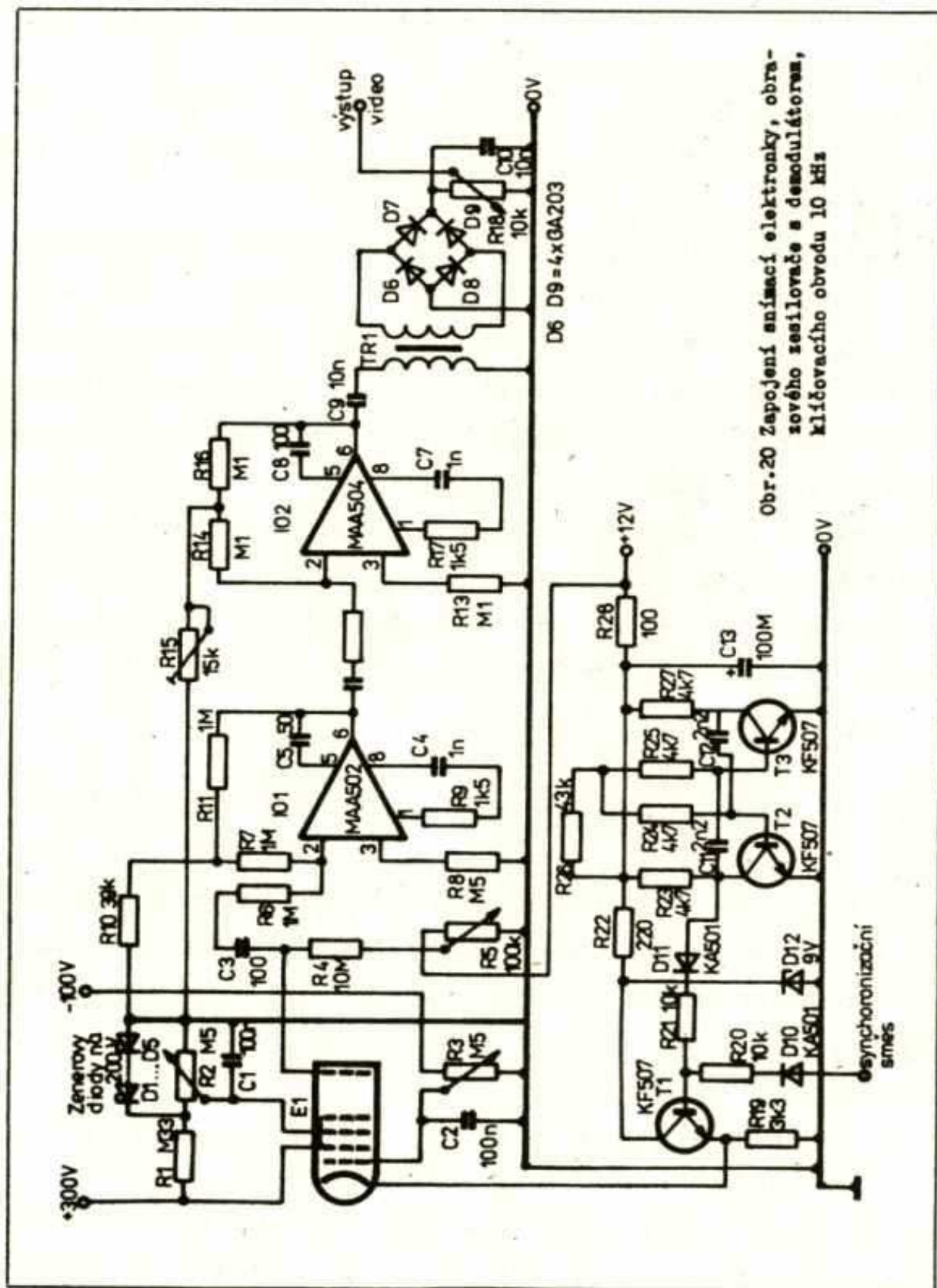
Závěrem kapitoly o kamerách ještě několik poznámek. Kamera je zařízení velice pracné, jisté potíže lze čekat s částí video. Je problémem dosáhnout uspokojivého kontrastu. Většina vidikonů či kvantikonů pochází z rychlých kamer, tedy kamer určených pro snímání televizního signálu. Tyto snímací elektronky se pro použití v kamerách SSTV příliš nehodí, jsou konstrukčně řešeny pro použití rychlejších rozkladů jak řádků, tak i snímků. Jednou z možností jak tuto nesnáz řešit je výběr z většího počtu kusů /což je pro většinu zájemců o stavbu kamery nereálné/, nebo použít snímací elektronky vhodné pro použití v kamerách SSTV - např. maďarský typ PCT 254.

4.6. ZÍSKÁNÍ SIGNÁLU SSTV KONVERZÍ ZE SIGNÁLU RYCHLÉ TELEVIZE

Jako zdroj signálu SSTV může sloužit i kamera rychlé televize spolu s převodníkem normy /rychlá televize bývá označována anglickou zkratkou FSTV - fast scan TV/. Vcelku jsou tři možné způsoby, jak převést signály FSTV na signály SSTV:

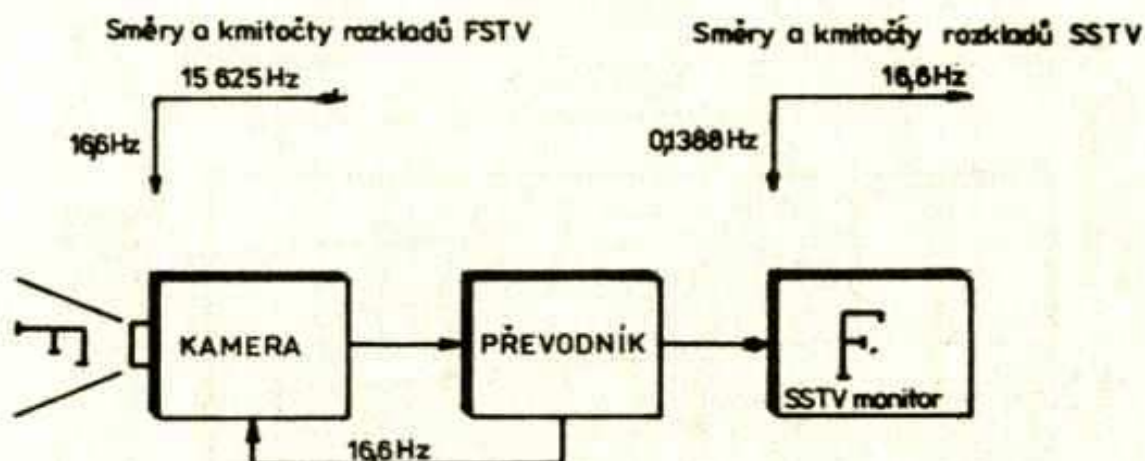
- převodníkem vzorkovacím
- převodníkem digitálním
- převodníkem s paměťovou elektronikou.

Vzorkovací převodník se zařadí mezi kameru a spotřebič signálu SSTV - tedy monitor, vysílač, magnetofon apod. Rychlá ka-



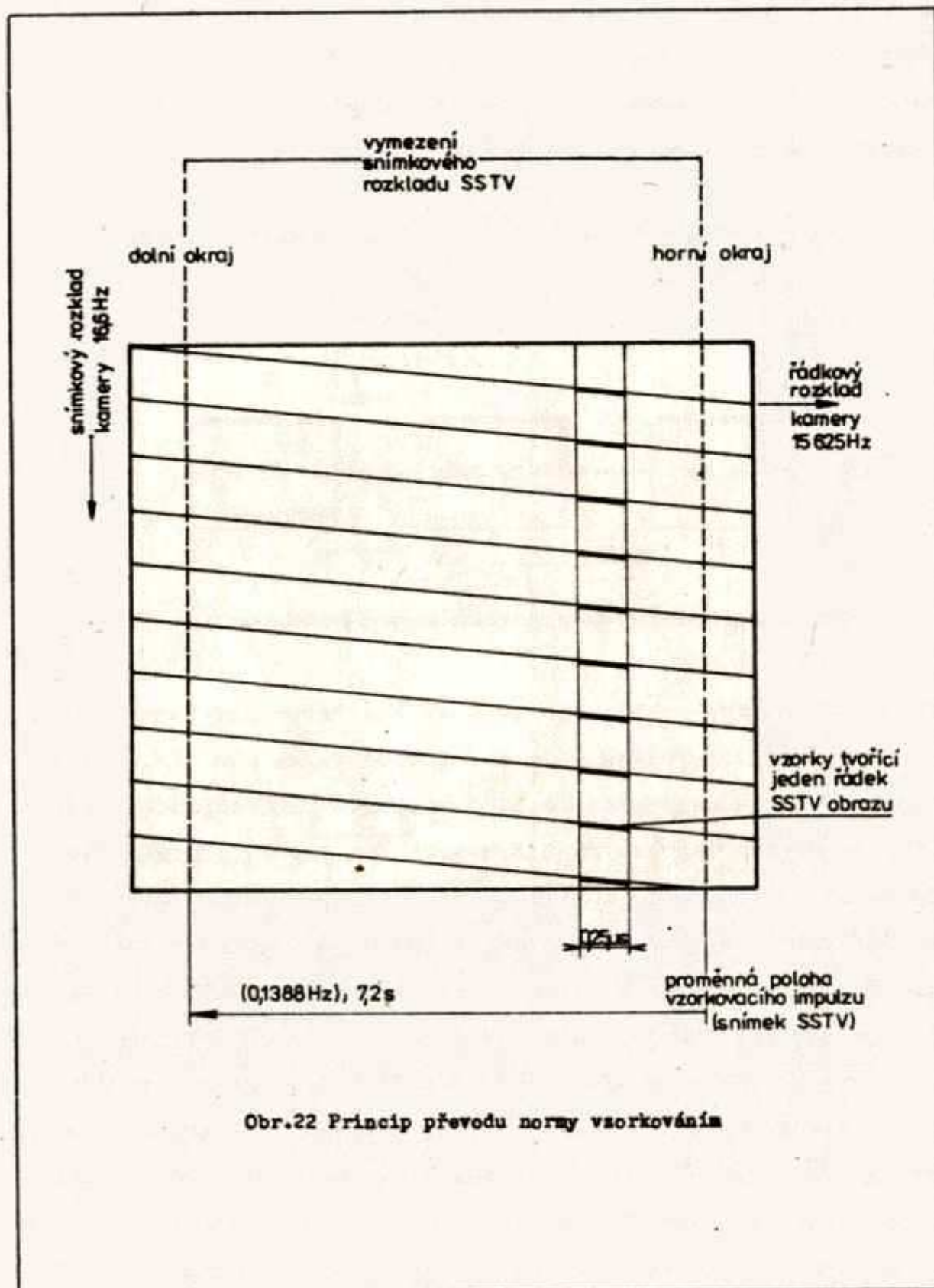
Obr.20 Zapojení animací elektronky, obrazového zesilovače s demodulátorem, klíčovacího obvodu 10 kHz

mera však vyžaduje úpravu. Je třeba upravit kmitočet vertikálního rozkladu z původních 50 Hz na 16,6 Hz a otočit celou kameru o 90° - případně otočit pouze vychylovací jednotku. Uspořádání sestavy kamera - převodník normy je nakresleno na obr.21.



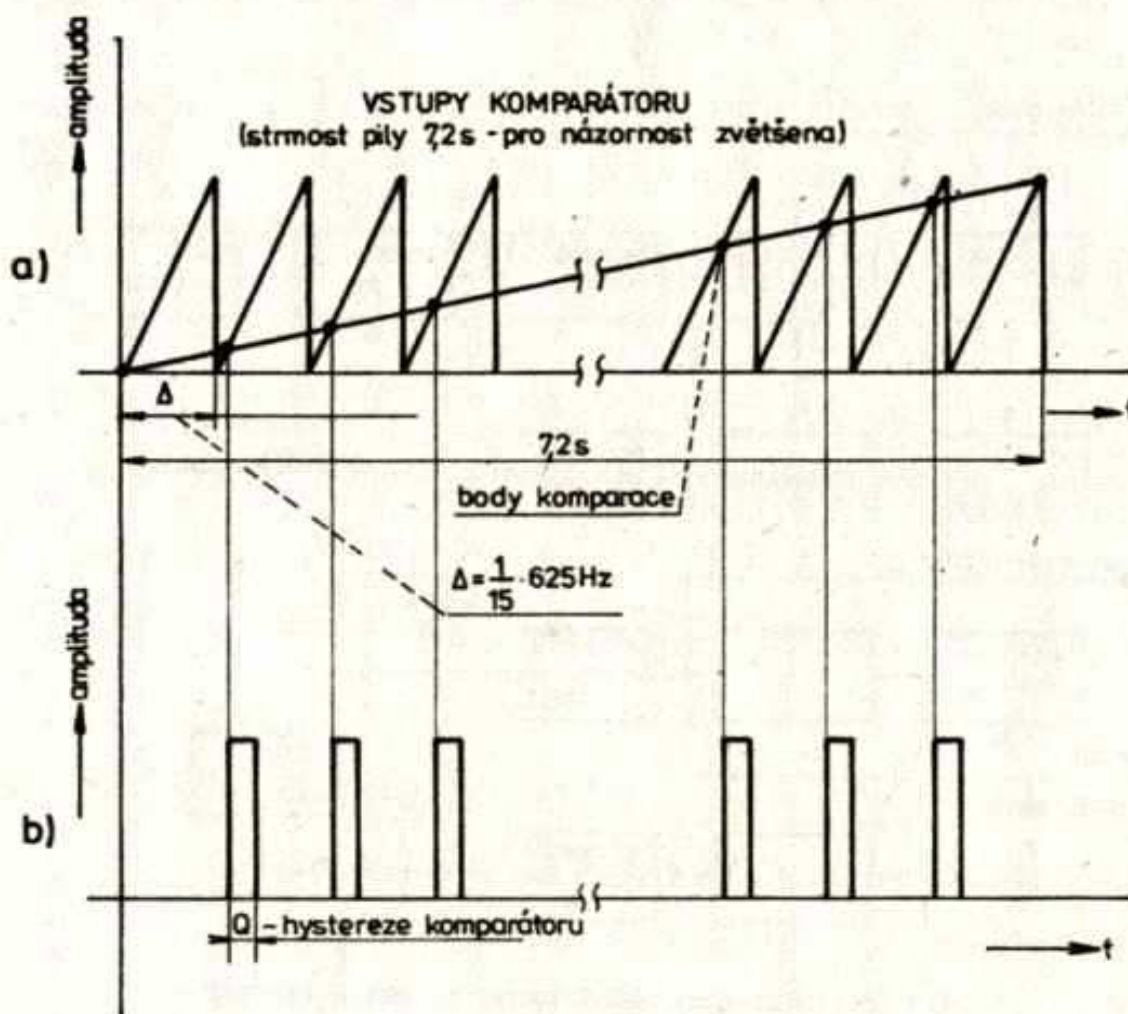
Obr.21 Uspořádání sestavy rychlá kamera-převodník-monitor SSTV

Princip konverze vysvětluje obrázek 22. Televizní kamera snímá obraz po řádcích /šikmé čáry zleva doprava na obr.22/, vzorkovací převodník propouští na svůj výstup z každého řádku jednoho běhu snímacího paprsku rychlé kamery jen krátký vzorek. Vzorky ze všech řádků rychlé kamery tvoří pak jeden řádek obrazu v normě SSTV. Při dalším běhu snímacího paprsku se poloha vzorkování posune směrem doleva a vytvoří se další řádek SSTV obrazu. Děj se opakuje tak dlouho, dokud není tímto způsobem vyvzorkován celý obraz. Potom se místo vzorkování přesune zcela doprava a tento děj se opakuje každých 7,2 s. Převodník se skládá z generátoru kmitočtu 16,6 Hz /tj. řádkového kmitočtu SSTV a současně snímkového kmitočtu TV kamery/, obvodů pro vytváření vzorkovacích impulsů, vlastního vzorkovacího obvodu a generátoru SCFM.



Obr.22 Princip převodu normy vzorkování

Do komparátoru pro vytváření vzorkovacích impulsů se přivádějí dva kmitočty - 15 625 Hz a 0,1388 Hz. V okamžiku, kdy si jsou oba vstupní signály přiváděné do komparátoru co do amplitudy rovny, se na výstupu komparátoru objeví úzký impuls, kterým

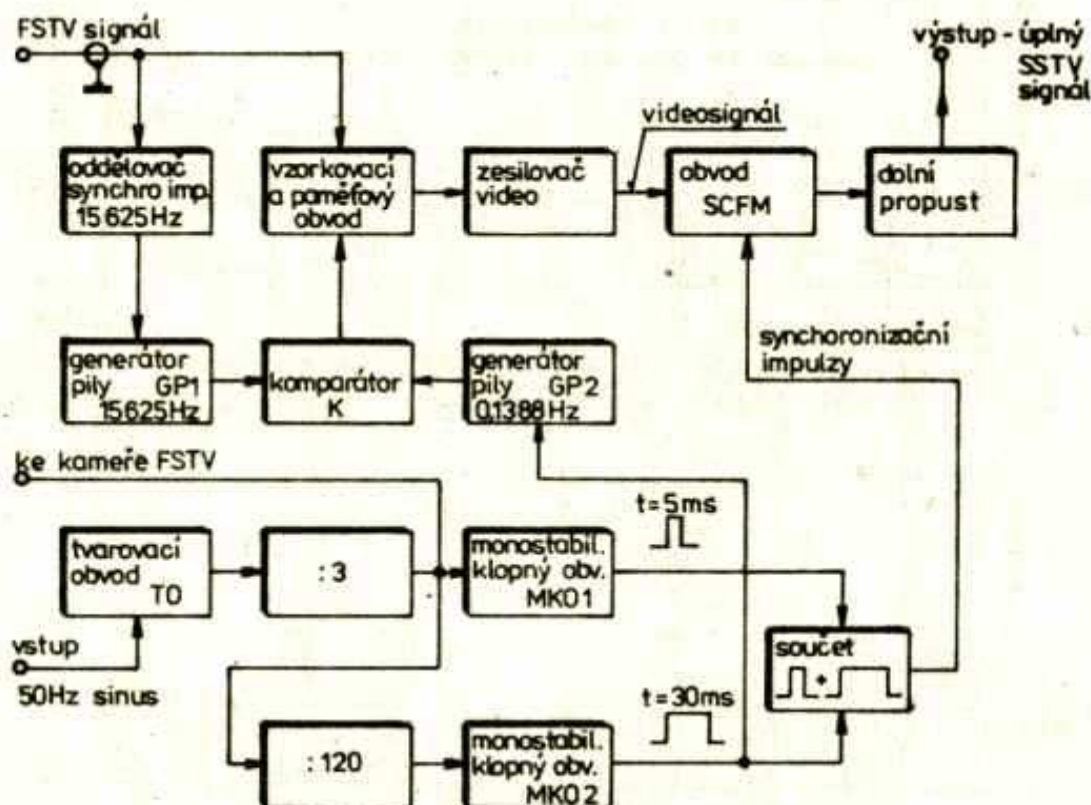


Obr.23 Činnost komparátoru pro vzorkování

se otevírá vlastní vzorkovací obvod. Činnost komparátoru nám přiblíží obr.23. Principiální blokové schéma převodníku je na obr.24.

Převodník s paměťovou elektronikou využívá speciální elektroniku - převaděč obrazu, ve které se přímo převádí jedna norma na

druhou. Digitální převodník používá převodu jedné normy na druhou číslicových obvodů převážně u nás nevyráběných. Oba výše zmíněné převodníky normy lze konstruovat i tak, že převádějí signál SSTV na signál FSTV. To je výhodné z toho hlediska, že máme možnost pozorovat na obyčejném domácím televizoru kompletní



Obr.24 Principiální blokové schéma převodníku

obraz SSTV. SSTV obraz na monitoru SSTV je píšicím paprskem postupně dělen na jednotlivé části a každých 7,2 s obnovován. Pod pojmem úplný obraz rozumíme obraz klidný a stabilní, např. jako bychom promítali diapozitiv. Při použití jakéhokoliv převodníku máme možnost připojit na výstup rychlé kamery TV monitor /běžný televizor/ a nastavit pohodlně jak celkovou kompozici snímané

scény, tak její osvětlení. Při použití SSTV kamery tuto výhodu ztrácíme a musíme vždy počkat na jeden celý snímek /tedy 7,2 s/, jak se provedená změna projeví na monitoru.

5. ÚVOD DO RYCHLÉ TELEVIZE

Jedním z nejmladších oborů radioamatérské činnosti je vysílání tzv. rychlé televize. Tento obor, i když je technicky i materiálově značně náročný, získává značnou oblibu mezi radioamatéry-vysílači po celém světě. Například v NDR začali s pokusným vysíláním televizního obrazu na radioamatérských pásmech již v letech 1959-1960. Ve Velké Británii oslavili nedávno 25. výročí založení BATC /British Amateur Television Club/ a počet vydaných povolení k vysílání televizního obrazu se pohybuje kolem 180. V NSR existuje v rámci DARC pracovní skupina pro amatérskou televizi AGAF /Arbeitsgemeinschaft Amateurfunkfernsehen/, která vydává časopis TV-Amateur. Také u nás bylo možno, díky porozumění ÚRK a povolovacího orgánu, provést první pokusy s amatérskou televizí /dále jen ATV/ v pásmu 70 cm /1/.

Tento příspěvek má za úkol seznámit radioamatérskou veřejnost se základními problémy ATV, pomoci při volbě koncepce zařízení, při jeho projektování a stavbě a v neposlední řadě získat zájemce o tento zajímavý a moderní druh radioamatérské činnosti.

Hned na začátku je třeba upozornit, že ATV patří mezi zvláštní druhy provozu a jako taková je vázána na zvláštní povolení. Toto povolení uděluje povolovací orgán na základě žádosti doporučené Ústředním radioklubem Svézu pro spolupráci s armádou ve zvláště odůvodněných případech, a to v rozsahu operátorské třídy žadatele /viz paragraf 6, odst. 2b Povolovacích podmínek /2/.

/V paragrafu 24, odst. 4 a v tabulce 1 Povolovacích podmínek je sice uveden povolený druh modulace A5, což je nosný kmitočet amplitudově modulovaný obrazovým signálem, ale technické údaje jsou uvedeny pouze pro SSTV./

Je-li povolovacím orgánem uděleno povolení ke zvláštnímu druhu provozu ATV, je držitel povolení povinen dodržovat veškerá ustanovení Povolovacích podmínek. Zvláště je třeba dbát, aby nedošlo k nežádoucímu vyzařování vysílače nebo k vysílání mimo pásma k tomu určená /např. druhé postranní pásmo leží, vzhledem ke značné šíři pásma přenášeného televizního signálu, bezpečně mimo hranice 70 cm pásma/.

Proti SSTV má ATV výhodu ve značně vyšší kvalitě obrazu a možnosti přenosu i pohyblivých scén. Vzhledem ke značné šíři přenášeného pásma je možné použít pouze VKV pásem a z toho vyplývající relativně malý dosah. Dosah ATV vysílače je také omezen vlastnostmi antény, jejím umístěním a v neposlední řadě i kvalitou přijímacího zařízení.

Se zvyšující se možností získat vyřazené kamery "průmyslové televize" odpadá hlavní starost o zdroj obrazového signálu a těžiště "starostí" se přesouvá na modulační stupně a vlastní obrazový a zvukový vysílač. To však není neřešitelný problém, protože celé vysílací a přijímací zařízení je možno realizovat z tuzemských či /relativně/ snadno dostupných součástí, obvykle používaných v TV přijímačích novější konstrukce.

6. VŠEOBECNÉ ÚDAJE O ATV

Vzhledem k potřebné minimální šíři pásma obrazového signálu a omezené šíři amatérských pásem je pro vysílání ATV na VKV používána upravená norma CCIR s rozdílem nosných kmitočtů obrazového a zvukového signálu 5,5 MHz. Šíře přenášeného pásma v normě CCIR je 5 MHz. Pro ATV vystačíme s poněkud sníženou rozlišovací schopností. Z toho vyplývá možnost zúžení šíře přenášeného pásma na 3,5 až 4 MHz.

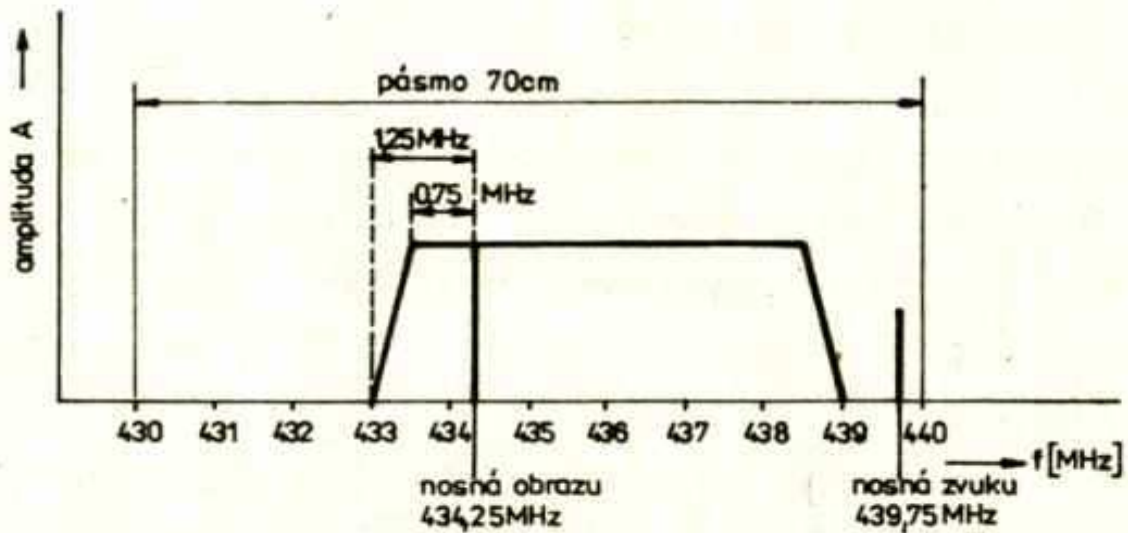
V tabulce 1 jsou uvedeny nosné kmitočty obrazu a zvuku v pásmech 430 a 1250 MHz.

Tabulka 1.

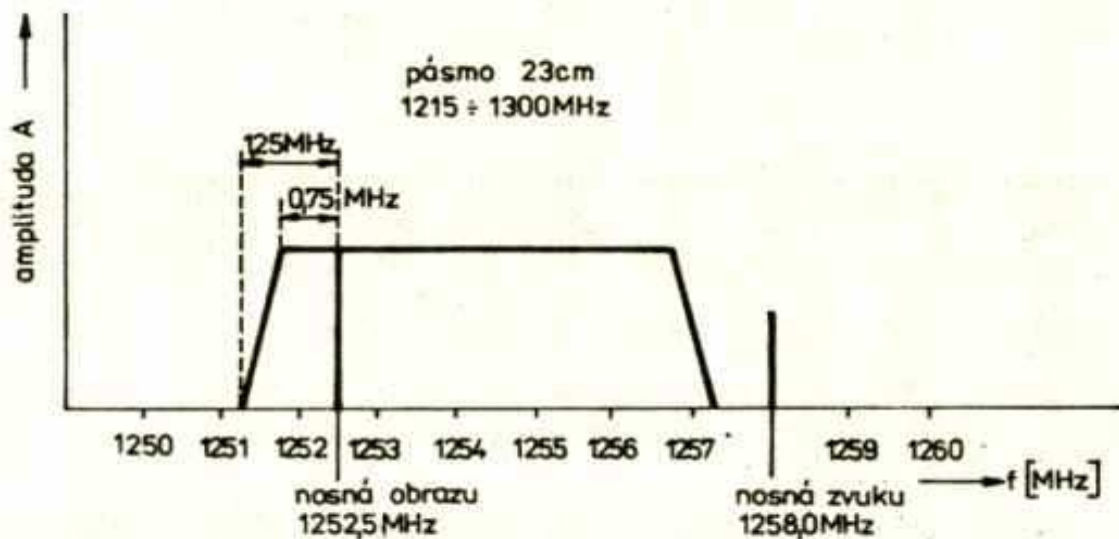
Nosné kmitočty obrazu a zvuku v pásmech 430 MHz a 1250 MHz

Nosný kmitočet	Pásmo	
	430 MHz	1250 MHz
obrazu	434,25 MHz	1252,25 MHz
zvuku	439,75 MHz	1258 MHz

Na obr.25a/ a 25b/ je kmitočet rozložení přenášeného obrazového a zvukového signálu v amatérských pásmech 430 a 1250 MHz. Jak je z uvedených obrázků patrné, přenáší televizní vysílač horní postranní pásmo a část dolního postranního pásma. Tato



Obr.25a/ Kmitočtové rozložení přenášeného ATV signálu v pásmu 70 cm



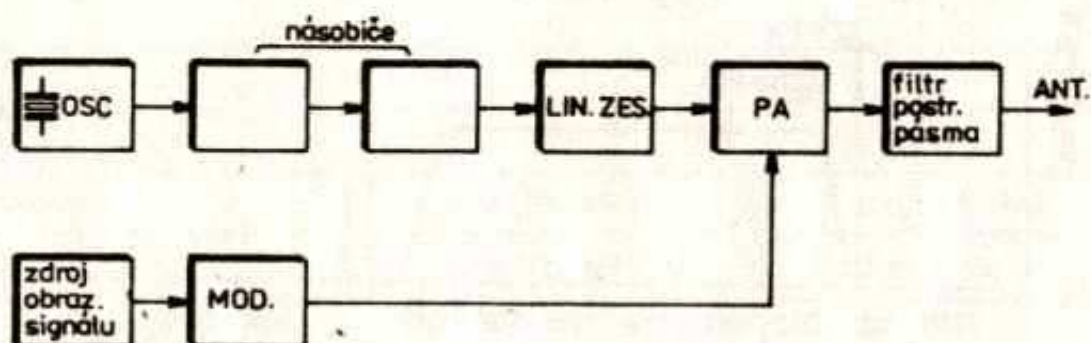
Obr.25b/ Kmitočtové rozložení přenášeného ATV signálu v pásmu 23 cm

část je pouze 0,75 MHz široká. Současně s obrazovým signálem je přenášen i signál zvukového doprovodu.

6.1. PŘENOS OBRAZOVÉHO SIGNÁLU

Pro přenos obrazového signálu je použito negativní amplitudové modulace, tzn. že úroveň bílé je vysílána cca 10% maximálního výkonu obrazového vysílače. Úroveň černé je vysílána 75% a úroveň synchronizačních impulsů odpovídá 100% výkonu obrazového vysílače.

Amplitudově modulovaný signál obrazového vysílače je spolu s kmitočtově modulovaným signálem zvukového vysílače veden přes filtr upravující tvar přenášeného pásma /viz obr.25/ do vysílací antény. To je jednodušší způsob získání vysokofrekvenčního televizního signálu. Vedle tohoto relativně jednoduchého, ale nákladného a energeticky náročného způsobu /dva samostatné vy-

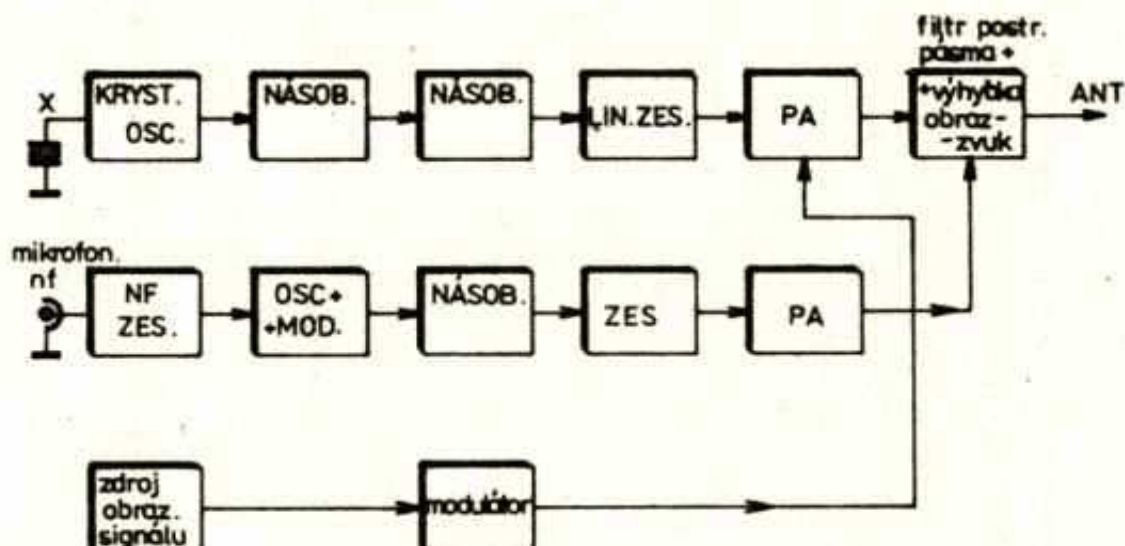


Obr.26 Blokové zapojení jednoduchého vysílače ATV bez zvukového doprovodu

sílače/ existuje ještě tzv. mezifrekvenční způsob získávání vysokofrekvenčního televizního signálu.

Na obr.26 je blokové schéma zapojení jednoduchého vysílače

bez zvukového doprovodu, na obr.27 je blokové schéma zapojení samostatných obrazových a zvukových vysílačů, pracujících do společné vysílací antény. Na obr.28 je blokové schéma zapojení dokonalého a ekonomicky výhodného televizního vysílače pro ATV.



Obr.27 Blokové zapojení vysílačů obrazu a zvuku

Nosný kmitočet obrazu, obvykle ležící v mezifrekvenčním pásmu televizních přijímačů /kolem 38 MHz/, je modulován obrazovým signálem z kamery, příp. jiného zdroje obrazového signálu. Nosný kmitočet zvuku /5,5 MHz/ je kmitočtově modulován signálem zvukového doprovodu. Oba signály jsou ve slučovači sloučeny, dále zesíleny a přes filtr potlačující část dolního postranního pásma přiváděny do směšovače /nejčastěji diodového kruhového směšovače se Schottkyho diodami/. V tomto směšovači je směs obou signálů smíchána s pomocným kmitočtem, ležícím pod nebo nad požadovaným výsledným kmitočtem v použitém VKV pásmu. Vzhledem k tomu, že zpracováváný mezifrekvenční signál má malou amplitudu

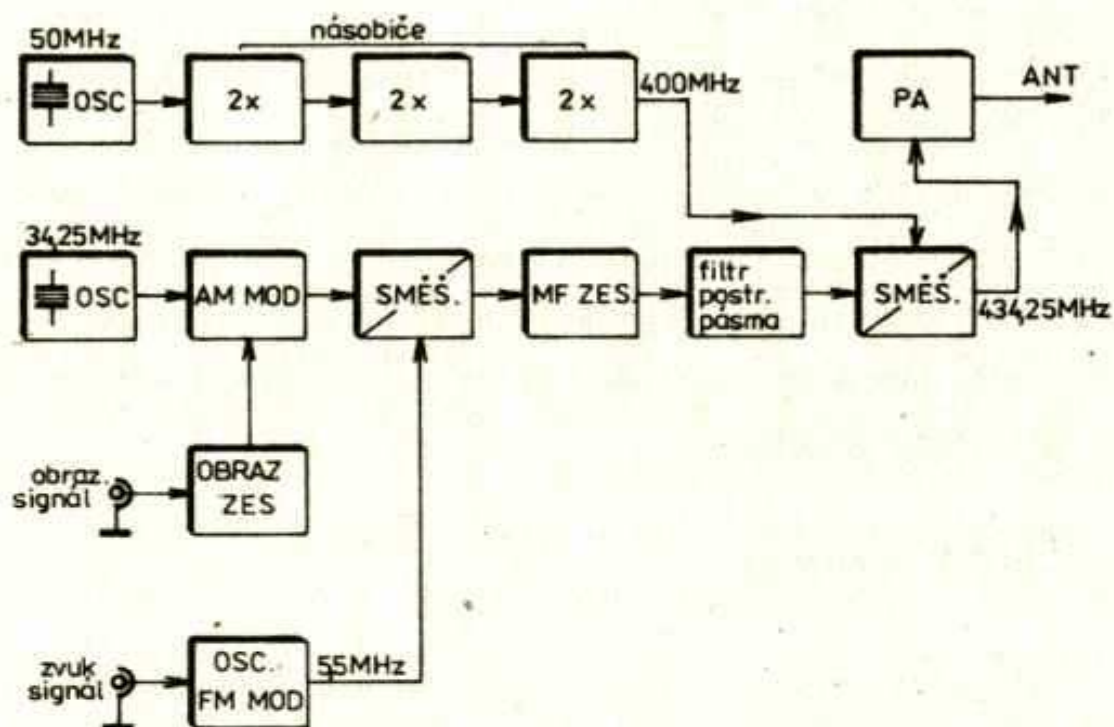
Tabulka 2

Přehled koaxiálních kabelů československé výroby

Staré označení	VFKP300	VFKP710	VFKP382	VFKP300	VFKP390	VFKP391	VFKP393	VFKP392	VFKP620	VFKP633	VFKP640
Nové označení	VLBOY 50-2,95	VCEBOY 50-17,3	VLB DY 50-7,25	VCEBOY 50-17,3	VCEBOY 75-7,25	VLBOY 75-7,25	VCEBY 75-7,25	VLB DY 75-7,25	VCCOY 75-4,8	VCCOD 75-5,6	VCCOY 75-7,25
útlum při 200 MHz (dB/km)	110	56	110	56	140	120	100	120	120	100	85
útlum při 1 GHz (dB/km)	110	56	110	56	300	300	260	300	330	270	240
impedance /ohmů/	50	50	50	50	75	75	75	75	75	75	75
průměr vnější /mm/	7,25	17,3	11	22,7	8	10,3	11	11	6,9	9,4	10,3
	50 Ω										
	25 Ω										

a relativně nízký kmitočet, je filtr postranního pásma podstatně snadněji realizovatelný než filtr s koncovým stupněm vysílače.

Signál získaný v posledním směšovači je zesilován lineárními zesilovači na požadovaný výkon a vysílán vysílací anténou. An-



Obr.28 Blokové zapojení vysílače ATV mezifrekvenčním způsobem

téna je s koncovým stupněm televizního vysílače propojena pomocí koaxiálního kabelu, jehož útlum v použitém pásmu musí být co nejmenší. I při použití vysoce kvalitního koaxiálního kabelu se musíme snažit o jeho minimální délku. V tabulce 2 jsou uvedeny velikosti útlumu různých druhů koaxiálních kabelů v závislosti na pracovním kmitočtu. Použití různých tenkých kabelů /VFKP 251 apod./ je naprosto nevhodné. Jednou ze zásad je, že čím tlustší je koaxiální kabel, tím má menší útlum.

Různé zahraniční prameny uvádějí velkou škálu antén používa-

ných pro ATV - od komerčních antén pro příjem televizních programů ve IV./V. televizním pásmu, až po speciální anténní systémy, složené z několika sfázovaných víceprvkových antén typu Yagi. Tak např. G3YQC používá pro svůj ATV vysílač soustavu 4x8 osmiprvkových antén Yagi.

Při srovnání antén pro normální provoz A3 nebo F3 s anténami pro ATV je třeba zdůraznit požadavek širokopásmovosti těchto antén vzhledem k velké šíři přenášeného pásma. V neposlední řadě je třeba upozornit na nutnost použití koaxiálních konektorů, odpovídajících svou impedancí použitému koaxiálnímu kabelu a výstupní impedanci vysílače. Důležité je také dobré přizpůsobení anténního systému.

6.2. ZVUKOVÝ DOPROVOD

V počátečním stadiu pokusů vystačíme s dorozumíváním v pásmu 145 MHz. K těmto účelům plně postačí jednodušší zařízení FM pro převeděčový nebo simplexní provoz / např. pro kanály S20-S23/. V dalším průběhu pokusů budeme požadovat současný přenos obrazového i zvukového signálu. Z důvodů omezení šířky přenášeného pásma je rozdíl mezi nosným kmitočtem obrazu a nosným kmitočtem zvuku 5,5 MHz, což odpovídá mezinárodní normě CCIR.

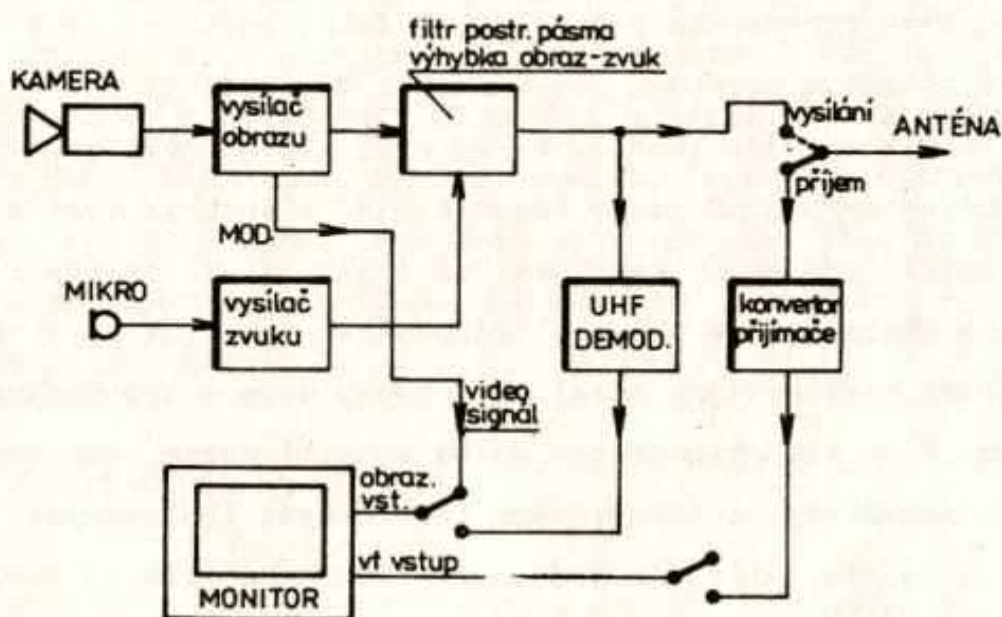
Zvukový doprovod je vysílán buď samostatným kmitočtově modulovaným vysílačem, jehož kmitočet odpovídá nosnému kmitočtu zvuku, nebo je kmitočtově modulovaný signál 5,5 MHz přidružen k nosnému kmitočtu obrazu $f_0 + 5,5 \text{ MHz} = f_z$.

7. PŘÍJEM SIGNÁLU ATV

Přijímací část ATV zařízení sestává z normálního televizního přijímače upraveného pro mezifrekvenční kmitočet zvuku 5,5 MHz buď přidáním adaptéru /oscilátor 1 MHz nebo 12 MHz/, nebo přeladěním zvukového kanálu. Na vstupní straně přijímače je použit konvertor pro příjem v pásmu 430 MHz. Jako konvertor je možno použít přeladěný kanálový volič pro IV./V. televizní pásmo. Toto přeladění je poměrně jednoduché, ať se jedná o typ s ladícími kondenzátory klasického typu, nebo o typ laděný varikapem. V prvním případě připájíme k doladovacím kondenzátorům malé kondenzátory, tvořené dvěma zkroucenými izolovanými dráty a změnou jejich délky doladíme konvertor na optimální kvalitu obrazu. V druhém případě je úprava jednodušší. Je omezena na změnu napěťového děliče, z něhož je odebíráno napětí pro ovládací potenciometry, sloužící k nastavení ladícího napětí pro varikapy jednotlivých stupňů konvertoru. Nižšímu kmitočtu odpovídá nižší ladící napětí varikapů. Pokud je to možné, použijeme ke konečnému naladění konvertoru UHF rozmítače, kterým můžeme přesně nastavit propustnou křivku konvertoru.

K přepínání antény pro vysílač nebo pro přijímač použijeme kvalitního, nejlépe koaxiálního relé, jehož zhotovení bylo popsáno v řadě našich i zahraničních publikací. Z nouze je možno přepínat anténu přesunutím koaxiálního konektoru s anténním kabelem do vstupu přijímače nebo výstupu vysílače.

Pro kontrolu vysílaného obrazového signálu je nutno použít tzv. monitoru, což je vlastně televizní přijímač bez vysokofrekvenční části /pro kontrolu vlastního obrazového signálu/, nebo pouze opatřený jednoduchým demodulátorem /pro kontrolu vysílaného vř signálu/. Nejlepší je vybavit televizní přijímač



Obr.29 Blokové zapojení ATV stanice

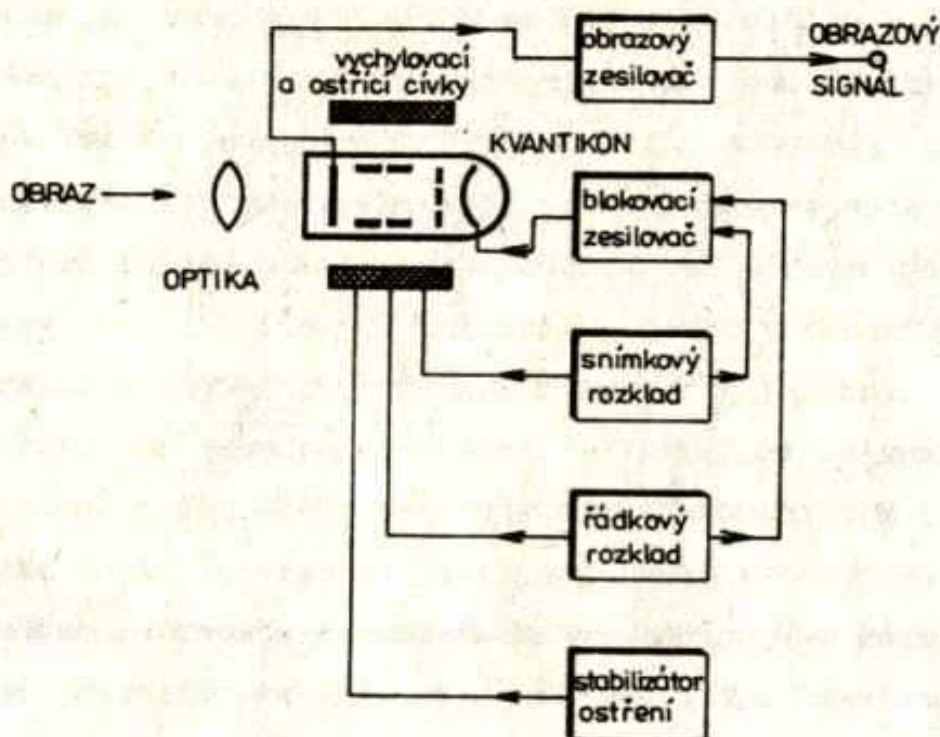
pro ATV přepínačem, který umožňuje zvolit způsob jeho použití, tzn. jako obrazový monitor nebo přijímač pro ATV. Rozdíl mezi vř monitorem a přijímačem je ve vstupní citlivosti. Vř monitor je v jednodušším případě pouze obrazový monitor s diodovým detektorem a jednoduchým zesilovačem obrazového signálu. Blokované zapojení ATV stanice je znázorněno na obr.29.

8. MĚŘICÍ VYBAVENÍ ATV

Provoz každého vysílacího pracoviště pro libovolný druh provozu vyžaduje alespoň minimální měřicí vybavení. Tomu se nevyneme ani u jednoduchých zařízení s malým výkonem pro FM v pásmu 145 MHz, ani na krátkovlnných pásmech. U těchto zařízení vystačíme ve většině případů se základním vybavením, sestávajícím z univerzálního voltampérmetru, umělé antény, vlnoměru a měřiče ČSV. Vzhledem k tomu, že v případě provozu ATV se jedná o náročný druh provozu, je třeba vybavit stanici odpovídajícími měřicími přístroji. Pro kontrolu obrazového kanálu je třeba mít alespoň jednoduchý zdroj zkušebního signálu /v nouzi postačí i signál ze stabilního tónového generátoru, jehož kmitočet je násobek řádkového kmitočtu/ a osciloskop schopný zobrazit kmitočty kolem 3 MHz /např. Křižík T531 nebo T536, či podobný přístroj/. Pro kontrolu vysokofrekvenční části stanice je třeba mít přístroje stejné jako pro normální zařízení pracující druhem provozu A3 nebo F3 /dobrý voltohmmetr, miliampérmetr, vf voltmetr, vlnoměr pro požadované pásmo, měřič rezonance /GDO/, umělou anténu a měřič ČSV/. Z uvedeného vyplývá, že ATV není záležitost pro začátečníky, ale pro opravdu vyspělé radioamatéry s dostatečným vybavením nebo pro specializované klubové stanice, které mají dostatečné možnosti a vyhovující vysílací stanoviště. Jedním z důležitých faktorů je ovšem i nalezení vhodného protějšku pro uskutečnění oboustranného spojení.

9. ZDROJE OBRAZOVÉHO SIGNÁLU

Zatímco zdrojem modulačního signálu pro vysílač zvuku může být mikrofon někdy i nevalné kvality a tudíž levný, je záležitost získání modulačního signálu pro obrazový vysílač podstatně složitější.

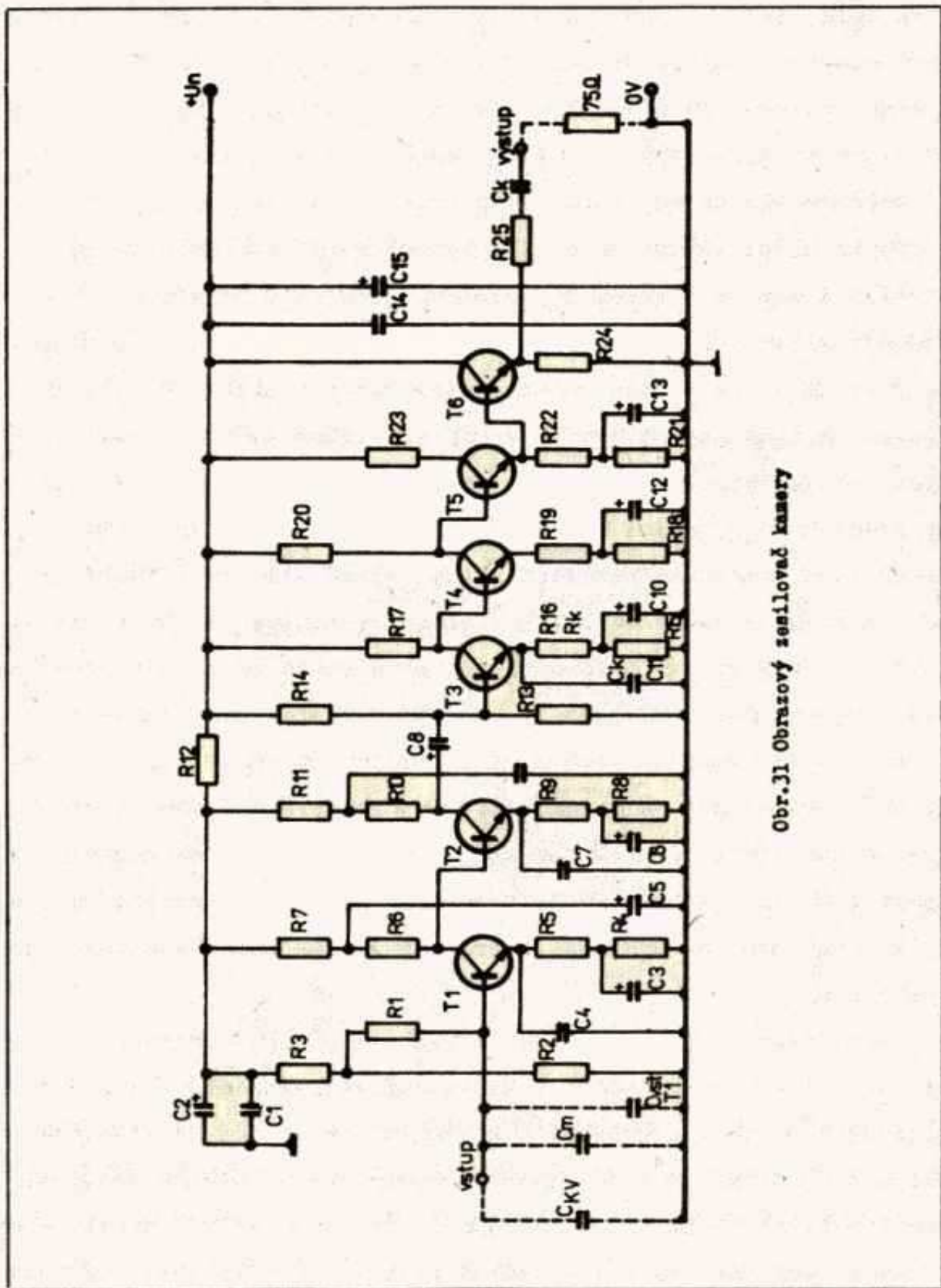


Obr.30 Blokové zapojení televizní kamery /

Nejpoužívanějším zdrojem obrazového signálu v amatérských podmínkách je malá televizní kamera se snímací elektronikou typu vidikon. Tyto kamery jsou původně určeny pro použití v průmyslu, medicíně, výukovém procesu apod.

Kamera, jejíž blokové zapojení je na obr.30, sestává z několika hlavních částí. Snímací elektronka, podle místa výroby nazývaná vidikon /USA, Velká Británie/, kvantikón /ČSSR/, endikon /NDR/, resistron /NSR/, používá magnetické vychylování a ostření paprsku elektronů. Toto vychylování a ostření, příp. středění paprsku, zajišťuje ostřicí a vychylovací systém sestávající z válcové ostřicí cívky, jejíž magnetické pole je shodné s osou snímací elektronky, dvou párů plochých cívek, jejichž magnetické pole je kolmé na osu snímací elektronky a příp. středících cívek, jejichž magnetické pole je také kolmé na osu snímací elektronky. Vychylovací cívky jsou umístěny v předních 2/3 délky kvantikónu a jejich dvojice jsou na sebe navzájem kolmé. Podobně jsou provedeny středící cívky, které však mají menší rozměry a jsou umístěny na kraji elektronového systému kvantikónu. Ostřicí cívka válcového provedení je nasunuta přes celý vychylovací systém. Celý vychylovací a ostřicí systém je chráněn před vlivem cizích magnetických polí stínícím krytem ze slitiny permalloy. Tento kryt je po mechanickém opracování žíhán ve vodíkové atmosféře a po této tepelné úpravě nesmí být mechanicky upravován ani vystaven prudším nárazům a úderům, protože by tím byly podstatně zhoršeny jeho magnetické vlastnosti /snížena permeabilita/.

Jedna dvojice vychylovacích cívek je napájena proudem pilovitého průběhu o kmitočtu 50 Hz /snímkový kmitočet/ a druhá dvojice opět pilovitým proudem o kmitočtu cca 15 625 Hz /řádkový kmitočet/. Středící cívky jsou napájeny stejnosměrným proudem, jehož velikost a polarita je dána potřebou středění paprsku elektronů v horizontální a vertikální rovině. Ostřicí cívka je napá-



Obr. 31 Obrazový zesilovač kamery

jena stejnosměrným proudem, jehož velikost je dána pracovním režimem kvantikonu. V přední části vychylovacího systému je umístěna stínící miska, která stíní snímací elektrodu kvantikonu před rušivými elektrostatickými poli. Tato miska, stejně jako všechny součásti vychylovacího systému /mimo stínícího krytu/, musí být bezpodmínečně z nemagnetického materiálu, aby nedocházelo k deformacím magnetických polí a tím ke tvarovému zkreslení obrazu.

Kvantikon je napájen stejnosměrným napětím a velikost napětí na jednotlivých elektrodách je dána jednak použitým typem, jednak pracovním režimem kvantikonu. Při vyšším napětí na kvantikonu dostaneme ostřejší obraz, ale potřebujeme vyšší vychylovací proudy ve vychylovacím systému.

Signální proud, jehož velikost je úměrná osvětlení signální elektrody, dosahuje podle typu kvantikonu velikostí 0,10 až 0,15 μA . Tento proud vytváří na pracovním odporu napětí, které je širokopásmově zesilováno obrazovým zesilovačem. Zapojení typického obrazového zesilovače v tranzistorovém provedení je na obr.31. První dva tranzistory /T1 a T2/ zesilují obrazové napětí vzniklé průtokem signálového proudu kvantikonu pracovním odporem R_p . Toto napětí je kmitočtově závislé na časové konstantě určené velikostí pracovního odporu R_p , jenž je tvořen paralelní kombinací napájecího odporu signální elektrody kvantikonu R_n , vstupního odporu obrazového zesilovače R_{vst} , vstupní kapacity obrazového zesilovače C_z , kapacity signální elektrody kvantikonu proti zemi C_{kv} a kapacity montáže C_m . Tato časová konstanta způsobuje, že obrazové napětí od jistého kmitočtu f_k lineárně klesá. Tento kmitočet je dán vztahem:

$$f_k = \frac{1}{R_p \cdot C_p}$$

kde

$$C_p = C_{kv} + C_z + C_m$$

$$R_p = \frac{R_n \cdot R_{vst}}{R_n + R_{vst}}$$

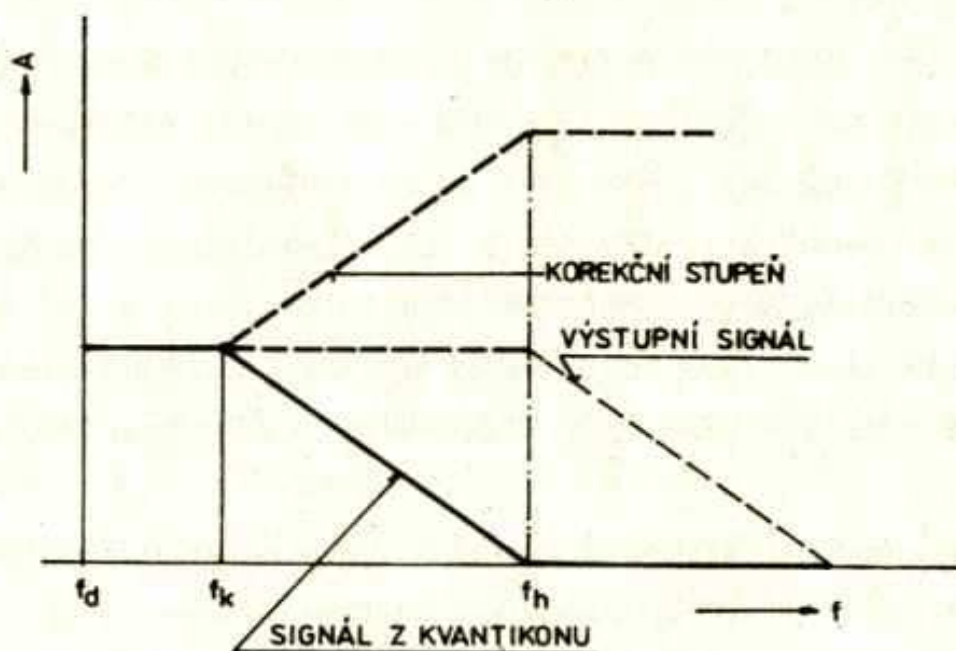
Kdybychom tento pokles nekompensovali, byla by rozlišovací schopnost kamery velmi nízká. U kamer osezených elektronkami je tento kmitočet, vzhledem k obvykle používanému pracovnímu odporu, asi 50 kHz, u kamer v tranzistorovém provedení asi 300 až 500 kHz. V našem případě zavedeme ve třetím stupni obrazového zesilovače kmitočtově závislou zápornou zpětnou vazbu takové velikosti, aby od kmitočtu f_k jeho zesílení stoupalo. Pokud jsou oba kmitočty f_k shodné a zesílení korekčního stupně odpovídající velikosti, má obrazový signál v požadovaném pásmu konstantní amplitudu /se zanedbatelnými odchylkami/. Dostatečná šířka pásma zajišťuje potřebnou rozlišovací schopnost kamery. Rozlišovací schopnost obrazového zesilovače je přibližně 80 bodů na 1 MHz šíře pásma obrazového zesilovače.

Na obr.32 je amplitudová charakteristika vstupního obrazového signálu, amplitudová charakteristika korekčního stupně obrazového zesilovače a výsledná amplitudová charakteristika výstupního obrazového zesilovače. Všechny tyto charakteristiky jsou idealizované a od skutečných se mírně liší.

Korigovaný obrazový signál je v dalších stupních zesilován a zesílený je pak emitorovým sledovačem převeden na impedanci 75 ohmů, s úrovní 1V. Takto upravený obrazový signál se zavedenými synchronizačními a zatemňovacími impulsy je přiváděn na vstup

modulačního stupně /při použití vř přenosu/, nebo přímo do monitoru /při obrazovém přenosu/.

Další částí kamery jsou rozkladové generátory. Snímkový rozkladový generátor dodává do snímkových vychylovacích cívek proud



Obr.32 Amplitudová charakteristika obrazového signálu a zesilovače

pilovitého průběhu o kmitočtu 50 Hz. Snímkový generátor bývá u jednodušších kamer řízen transformovaným napětím z elektrovedné sítě. Sinusový průběh napětí síťového kmitočtu je tvarován na napětí čtvercového průběhu, derivován a z výsledného průběhu jsou odvozeny obdélníkové impulsy o požadovaném impulsním poměru. Tyto impulsy jsou integrovány, vzniklé napětí pilovitého průběhu zesíleno, linearizováno ve stupni se zápornou zpětnou vazbou a výkonově zesíleno na hodnotu potřebnou k vychýlení paprsku elektronů v kvantikonu.

Snímkový generátor složitějších kamer je řízen přímo snímkovo-

vými impulsy, které dodává v požadovaném tvaru a velikosti synchronizační generátor. Kmitočet těchto impulsů je získán vydělením dvojnásobného řádkového kmitočtu, nebo vydělením kmitočtu řídicího oscilátoru synchronizačního generátoru /250 kHz, 500 kHz, příp. 1 MHz/.

Řádkový rozkladový generátor vyrábí pravouhlé impulsy o kmitočtu 15625 Hz a tyto jsou po výkonovém zesílení přiváděny do řádkových vychylovacích cívek. Proud protékající vychylovacími cívkami má tvar pily. Jednoduché televizní kamery používají volně běžící řádkový oscilátor, rozkladové generátory složitějších kamer jsou řízeny impulsy ze synchronizačního generátoru, který opět dodává impulsy požadovaného tvaru, kmitočtu a amplitudy.

Kromě snímkových a řádkových synchronizačních impulsů dodává synchronizátor ještě zatemňovací impulsy, které slouží k zatemnění obrazového signálu po dobu blokování zpětných běhů rozkladových generátorů. Blokovací impulsy, které blokují snímkové a řádkové zpětné běhy rozkladů, jsou odvozeny od synchronizačních impulsů, trvají déle a mají větší amplitudu. Podle způsobu blokování /buď v katodě nebo v první mřížce kvantikonu/ mají kladnou nebo zápornou polaritu. U jednodušších kamer jsou všechny tyto impulsy odvozeny z rozkladových generátorů. Blokování řádkových zpětných běhů je v tomto případě prováděno přímo napěťovými impulsy z vychylovacích cívek.

Zdroje stejnosměrného napětí, potřebné pro napájení jednotlivých obvodů televizní kamery, jsou buď jednoduchého provedení /transformátor-usměrňovač-filtr, příp. stabilizátor/, nebo mě-

ničového typu. Poslední umožňuje napájení kamery z elektrochemických zdrojů o nízkém napětí.

Ti šťastnější, kterým se podařilo sehnat vyřazenou kameru tzv. průmyslové televize libovolného typu, mají podstatně ulehčenou práci, zvláště tehdy, je-li zařízení alespoň částečně v provozu. V první fázi je třeba sehnat potřebnou dokumentaci k získanému zařízení a uvést je do chodu. Teprve potom je možno přistoupit k požadovaným úpravám. Ti, kteří získali pouze snímací elektronku /byly v prodeji v partiových prodejnách obchodu Klenoty v Praze/, musí celé zařízení postavit sami. Návrhem jednoduchého televizního řetězu se budeme zabývat v dalších částech této publikace. Vraťme se však k televizním zařízením, která se mohou objevit mezi radioamatéry.

Nejstarší zařízení, které bylo u nás používáno, je tzv. tříprvková souprava průmyslové televize, kterou vyráběla koncem padesátých let TESLA. Toto zařízení sestávalo z vlastní kamery se snímací elektronkou kvantikon, řídicí skříně, která obsahovala všechny potřebné obvody pro funkci kamery a z monitoru, což byl v podstatě upravený televizní přijímač Akvarel, u pozdějších výrobků Athos a Mánes. Vzhledem k tomu, že se jednalo o elektronkové zařízení o poměrně značných rozměrech, je pro naše účely použitelná pouze kamera, a to jenom její vychylovací systém, snímací elektronka /pokud je dobrá/ a případně mechanika kamery.

Další typ kamer průmyslové televize byl TTK 206 a z něj odvozený typ TTK 209. V obou případech se jednalo o tzv. polotranzistorovou kameru, což znamená, že rozkladová část kamery byla osazena tranzistory /germaniovými/ a obrazový zesilovač byl osa-

zen dlouhoživotostními elektronkami E88CC a E180F. Typ TKK 206 byl proveden technikou pseudotištěných spojů /tzn., že součásti byly připájeny do nýtů v laminátové desce a propojeny dráty z druhé strany desky/. Novější typ TKK 209 byl proveden technikou plošných spojů s určitými elektrickými modernizacemi. Oba tyto typy používaly tzv. vf přenosu obrazového signálu, což znamená, že obrazový signál je namodulován amplitudově na nosný kmitočet, který je vyráběn jednoduchým jednostupňovým oscilátorem. Oscilátor byl přeladitelný a pracoval v prvním nebo druhém kanále I. televizního pásma.

Všechny tři typy pracovaly s tzv. neprokládaným řádkováním a volně běžícím řádkovým rozkladem a snímkovým rozkladem, odvozeným od kmitočtu sítě. Horizontální rozlišovací schopnost byla kolem 300 a tomu odpovídala i šíře přenášeného pásma obrazového zesilovače kamery /zhruba 4 MHz/.

Poslední dva typy je možno pro naše případy použít za předpokladu, že jsou v chodu a že upravíme výstup signálu z kamery z vf signálu na obrazový signál. Znamená to zrušit oscilátor nosného kmitočtu a místo něj vestavět katodový sledovač, z něžž vyvedeme obrazový signál k dalšímu zpracování.

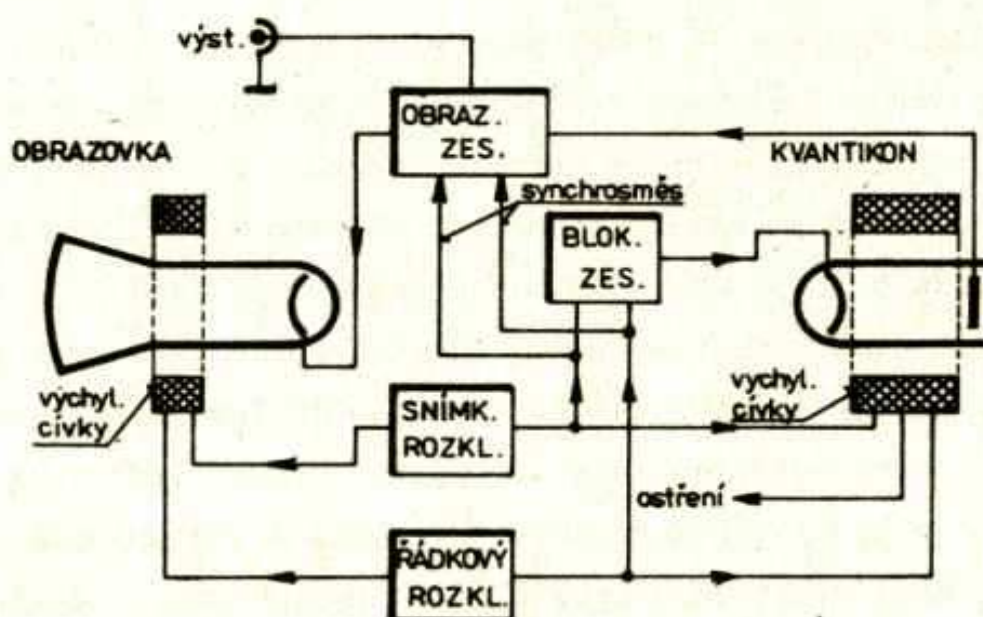
Kromě těchto typů domácí produkce se vyskytovaly ještě kamery ITV 11, vyráběné maďarským podnikem Hiredás Technika. Těchto kamer se zde používalo velké množství a dá se předpokládat, že při jejich vyřazování jich alespoň část nebyla sešrotována a dostala se mezi amatéry. Tato kamera byla celoelektronková a používala vf přenosu a neprokládaného řádkování. Také tyto kamery je možno s minimální úpravou použít pro účely ATV.

Vedle těchto kamer se vyskytlo ještě určité množství dalších

typů různých výrobků, ale jejich výčet a popis přesahuje rámec této publikace.

9.1. JEDNODUCHÁ TELEVIZNÍ KAMERA

Na obr.33 je blokové zapojení jednoduchého televizního zařízení, používajícího tzv. svázané rozklady. Znamená to, že kame-



Obr.33 Kamera se svázanými rozklady

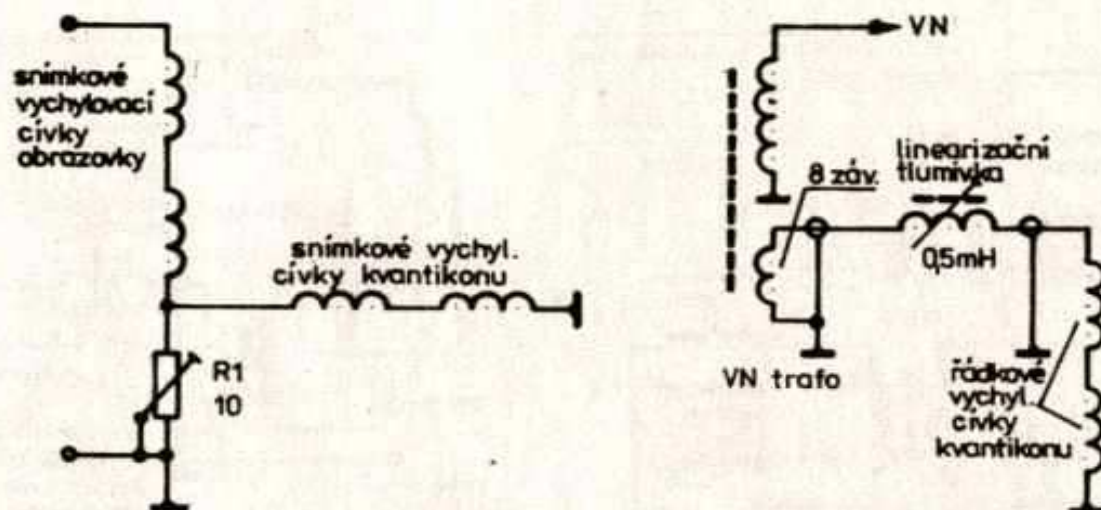
rová i monitorová část používá společné rozklady. V praxi to vypadá tak, že za základ je vzat televizní přijímač, z jehož rozkladových obvodů jsou napájeny vychylovací cívky kvantikonové kamery. Kamera potom obsahuje pouze obrazový zesilovač, který zesiluje signálový proud snímací elektronky, blokovací zesilovač, který blokuje paprsek snímací elektronky po dobu snímkového a řádkového zpětného běhu rozkladů, a pomocné obvody /dě-

liče/ pro napájení snímací elektronky. Vzdálenost mezi kamerou a monitorem je z důvodů zkreslení řádkových vychylovacích průběhů omezena na minimum /max. 10 m/, což však pro naše účely plně dostačuje. Pro použití s dalším monitorem nebo pro použití pro ATV je třeba do obrezového signálu přimíchat snímkové a řádkové zatemňovací a synchronizační impulsy, které zajistí synchronní rozklad u druhého monitoru či televizního přijímače a vyvést obrazový signál přes emitorový sledovač.

K rozkladu obrazu ve vodorovném a svislém směru slouží řádkové a snímkové vychylovací cívky, které vychylují paprsek elektronů ve snímací elektronce požadovaným směrem. Oba páry vychylovacích cívek mají takový počet závitů, aby jejich magnetomotorická síla byla 30 Az. Snímkové vychylovací cívky jsou napájeny vychylovacím napětím, které má pilový průběh a kmitočet 50 Hz. Cívky mívají obvykle ss odpor okolo 100 ohmů a protéká jimi proud asi 30 mA mezivrcholové hodnoty. Do zemnicího konce snímkových vychylovacích cívek monitoru zařadíme drátový proměnný odpor 10 ohmů, ke kterému paralelně připojíme snímkové vychylovací cívky kamery. Změnou velikosti odporu nastavíme potřebný vychylovací proud /pochopitelně až při nastavování kamery/; v počátečním stavu je odpor nastaven na maximální hodnotu. Zepojení je na obr.34.

Řádkové vychylovací cívky kamery jsou napájeny impulsním napětím, které v indukčnosti vychylovacích cívek /obvykle kolem 1 mH/ vyvolá proud pilového průběhu. Napětí na řádkových vychylovacích cívkách bývá 50 až 70 V mezivrcholové hodnoty. V tomto případě nelze zapojit kamerové cívky do série s monitorovými cívkami a úprava bude trochu složitější. Na feritové jádro vy-

sokonapětového transformátoru monitoru navineme asi 8 závitů izolovaného drátu o průřezu 1 mm^2 . Toto vinutí připojíme přes sériovou tlumivku s feritovým dolaďovacím jádrem na řádkové vychylovací cívky kamery. Změnou indukčnosti tlumivky nastavíme

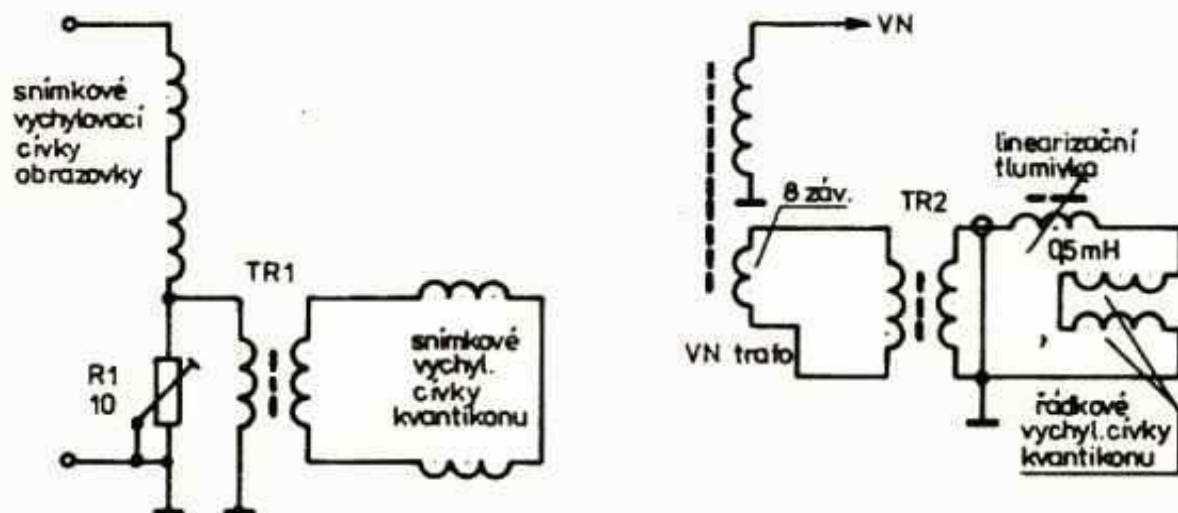


Obr.34 Připojení vychylovacích cívek přímo

amplitudu impulsního napětí na vychylovacích cívkách. V některých případech bude nutno připojit řádkové vychylovací cívky kamery na pomocné vinutí přes přizpůsobovací transformátor, jehož sekundární vinutí je opatřeno odbočkami. Obě tyto úpravy jsou uvedeny na obr.35.

Kvantikony používané v kamerách průmyslové televize mají magnetické ostření paprsku. To je prováděno ostřicí cívkou, která je součástí vychylovacího systému. U elektronkových a polotranzistorových kamer mají cívky obvykle vysoký odpor a protéká jimi ostřicí proud kolem 40 mA ss . Ostřicí cívka je většinou připojena přes sériový proměnný odpor nebo sériovou elektronku na anodové napětí monitoru.

Samotný kvantikon je napájen se napětím asi 400 V, pro řízení citlivosti a proudu je pro signální elektrodu používáno kladné napětí do 30 V a pro první mřížku kvantikonu záporné napětí asi 100 V max. Velikosti těchto napětí jsou udány buď v katalogu, nebo v technických podmínkách kvantikonu.

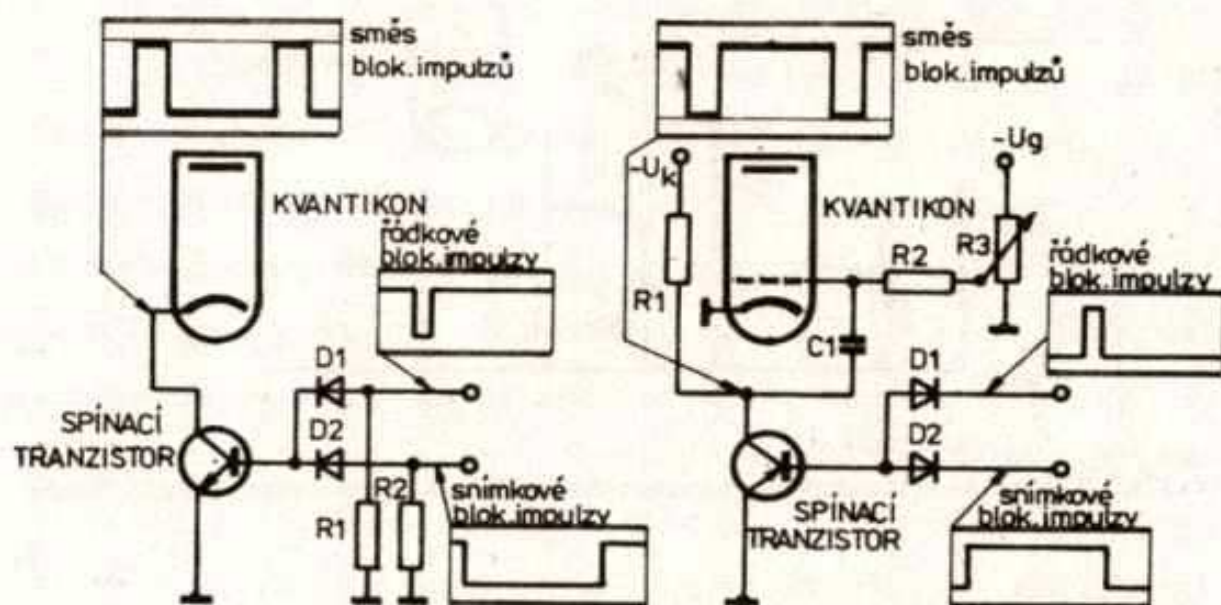


Obr.35 Připojení vychylovacích cívek přes vazební transformátory

Pro správný chod kamery je třeba po dobu řádkových a snímkových zpětných běhů zhasínat paprsek elektronů v kvantikonu. Obvykle se to provádí tak, že se na první mřížku kvantikonu společně přivádí záporné snímkové a řádkové impulsy, jejichž šířka je o něco větší, než je šířka zpětných běhů rozkladových průběhů. Amplituda těchto impulsů musí být větší, než je závěrné napětí kvantikonu /tj. mřížkové předpětí, při kterém neteče snímací elektronkou žádný proud/. Máme-li k dispozici pouze kladné impulsy, přivádíme je do katody snímací elektronky. Oba způsoby zhasění zpětných běhů jsou na obr.36.

Úprava televizního přijímače spočívá v odpojení obrazového

detektoru, nastavení obrazového zesilovače na větší zesílení, dále v již popisovaných úpravách rozkladových obvodů a hlavně v zabudování izolačního síťového transformátoru. Tento transformátor je u síťových televizních přijímačů nutný, protože jejich



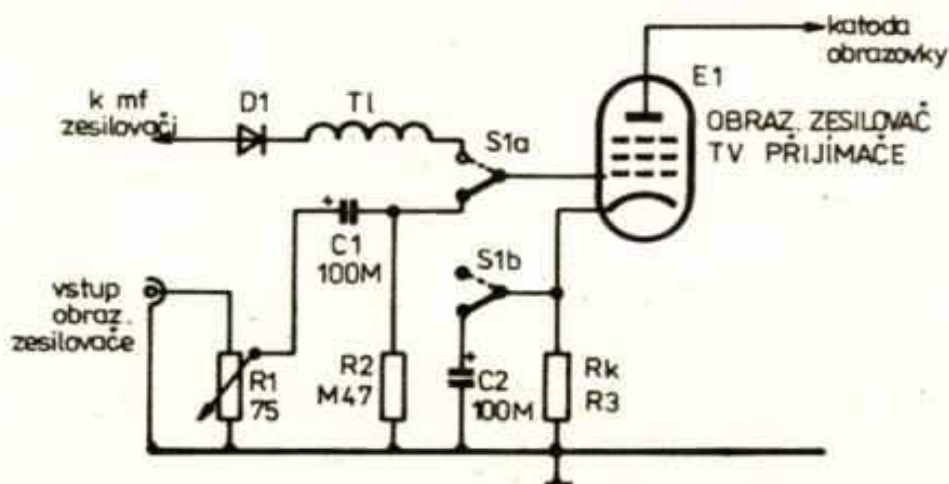
Obr.36 Zhášení zpětných běhů rozkladů

valná většina je v tzv. univerzálním zapojení. Vzhledem k tomu, že jsou spojeny přímo se sítí, může při otáčení síťové vidlice dojít k připojení fáze na kostru přístroje a při dotyku pak k úrazu elektrickým proudem. Výjimku tvoří televizory sovětské výroby, které jsou vybaveny síťovými transformátory s dobrou izolací.

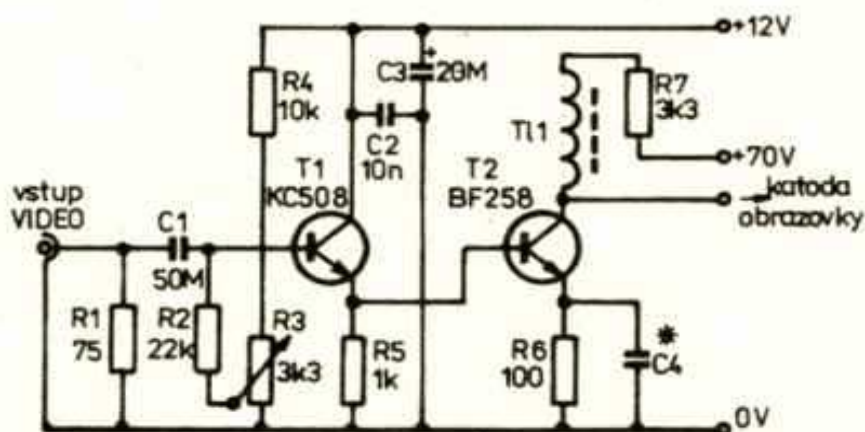
Úprava obrazového zesilovače monitoru je na obr.37. Zesílení obrazového zesilovače monitoru /a tím i kontrast obrazu/ je řízeno vstupním děličem.

Nejvhodnějším televizním přijímačem pro tyto účely je některý z tranzistorových přijímačů, např. Camping, Junoš, Elektro-

nika VL100, Minivizor, Minitesla apod. V tomto případě odpadnou starosti s izolací monitoru od sítě a také příkon a rozměry jsou podstatně menší.



Obr.37a/ Úprava elektronického obrazového zesilovače televizního přijímače



Obr.37b/ Transistorový obrazový zesilovač televizního přijímače

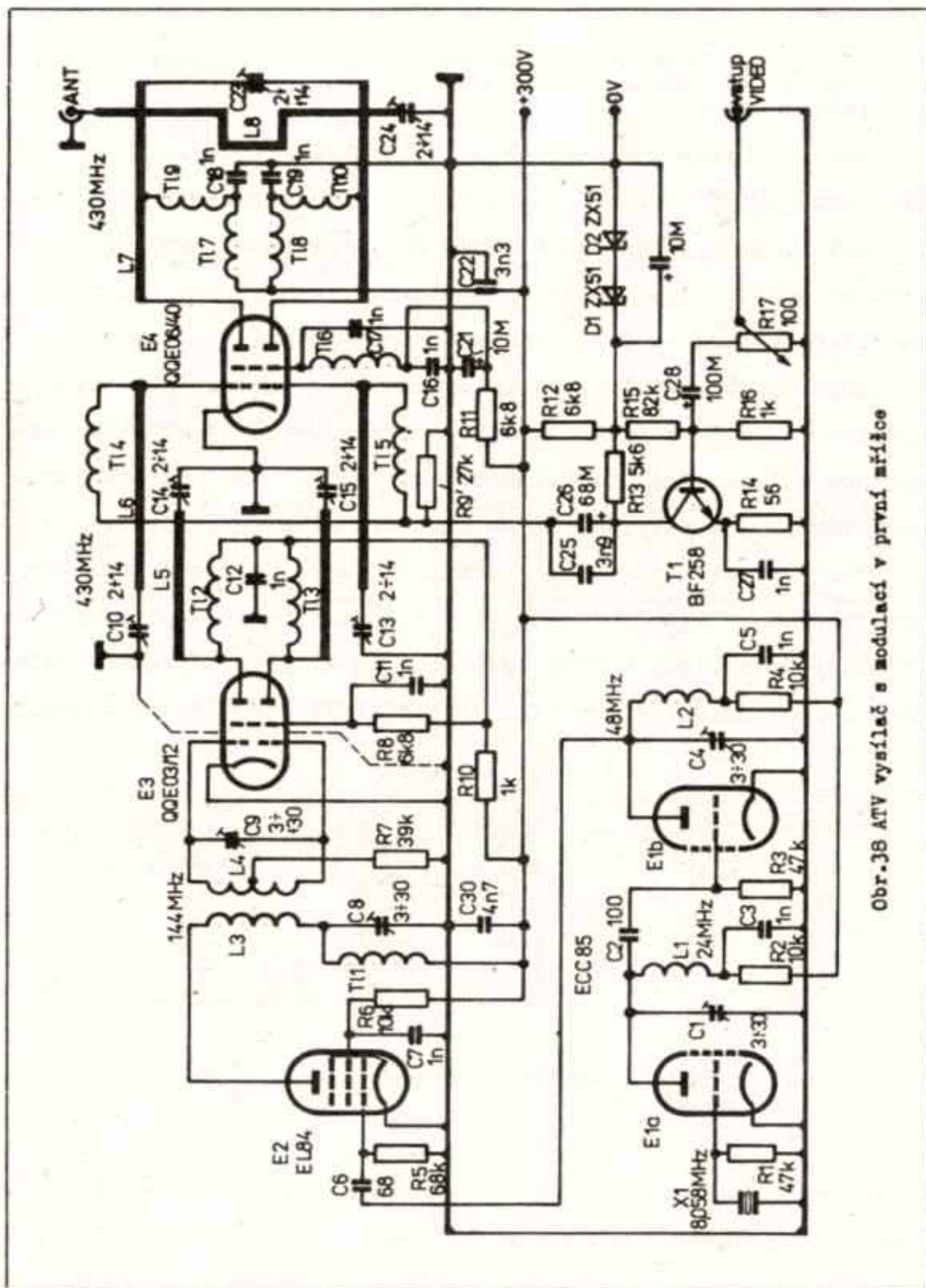
Úprava normálního přijímače pro pásmo 430 MHz neznemožní příjem programů čs. televize, protože ta vysílá převážně ve IV. televizním pásmu. Přeladění kanálového voliče pouze posune ukaza-

tel stupnice UHF voliče na vyšší kanál, než který je ve skutečnosti přijímán. Přeladění kanálového voliče však není záležitost pro začátečníky.

Máme-li zařízení v takovém stavu, že při náležitém osvětlení dostaneme vyhovující obraz, je třeba vyvést obrazový signál a doplnit k němu snímkové a řádkové synchronizační impulsy. Tyto impulsy zajistí synchronní chod rozkladových generátorů dalšího monitoru, kontrolního přijímače nebo přijímače protistanice.

Synchronizační impulsy jsou získány z rozkladových obvodů monitoru a jsou monostabilními klopnými obvody upraveny na potřebnou šířku. Výstupní úplný obrazový signál se synchronizačními impulsy je přiváděn do modulačních stupňů vysílače.

Před započítím práce na televizní kameře je třeba pečlivě prostudovat příslušnou odbornou literaturu, katalogy, revizní předpisy a servisní návody. Vzhledem ke složitosti celého zařízení mohou neuvážené zásahy napáchat těžko opravitelné škody.



Obr.38 ATV vysílač s modulací v první mřížce

10. VYSÍLAČE ATV

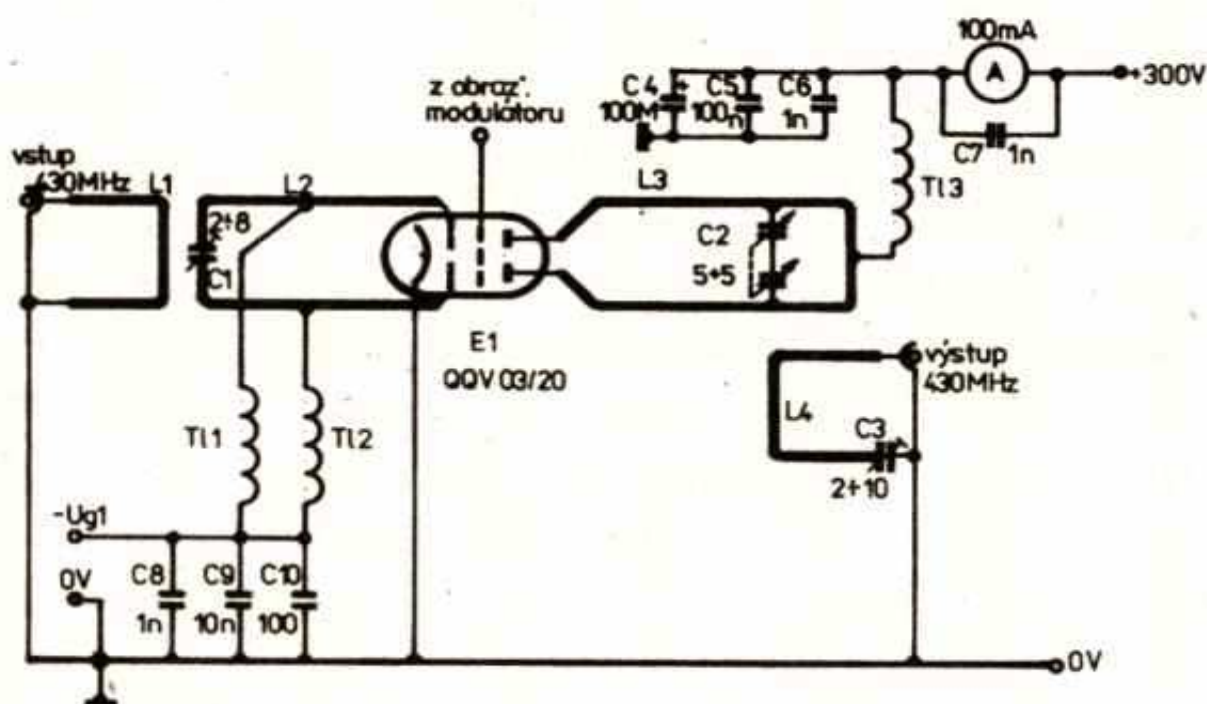
V této části popíšeme televizní vysílače výše uvedených koncepcí. Předem je třeba upozornit, že se v žádném případě nejedná o stavební návody, ale o základní informace s uvedením původních pramenů.

Ve /3/ je popsáno zařízení ATV pro pásmo 430 MHz. Jeho schéma zapojení je na obr.38. Jedná se o elektronkový vysílač s tranzistorovým modulátorem. Elektronka ECC85 pracuje jako oscilátor řízený krystalem s kmitočtem cca 8 MHz a zároveň jako ztrojovač /první systém/. Druhá trioda pracuje jako zdvojovač a jejím výstupním signálem je buzena elektronka, pracující opět jako ztrojovač. Tento stupeň s výstupním kmitočtem kolem 144 MHz budí následující symetrický ztrojovač s dvojitou tetrodou QQE 03/12. Symetrický stupeň je zde použit proto, aby byla potlačena druhá harmonická kmitočtu předcházejícího stupně /288 MHz/. Získaným signálem o kmitočtu cca 432 MHz je buzen koncový stupeň s elektronkou QQE 06/40. Elektronka pracuje ve třídě C s anodovým napětím 300 V /podle údajů výrobce je mezní kmitočet elektronky v tomto režimu 475 MHz proti 250 MHz při 600 V/ a mřížkovou modulací. Pracovní předpětí je získáváno průtokem mřížkového proudu.

Všechny laděné obvody na 432 MHz jsou provedeny jako vedení, což ulehčuje nastavení a zvyšuje stabilitu zařízení. Modulátor tohoto vysílače je jednostupňový a je osazen tranzistorem BF258. Pracuje v zapojení se společným emitorem s kmitočtově závislou

zápornou zpětnou vazbou C27 R14, která zdůrazňuje vyšší kmitočty. Napájecí napětí modulátoru je stabilizováno Zenerovými diodami D1 a D2 na hodnotu 100 V. Velikost vstupního obrazového signálu na bázi tranzistoru je nastavena potenciometrem R17.

Výstupní výkon popisovaného vysílače je 15 W na úrovni černé. S tímto vysílačem jeho autor YULPKW dosáhl spojení se stanicí YULNPI na vzdálenost 65 km při kvalitním obrazu bez šumu.

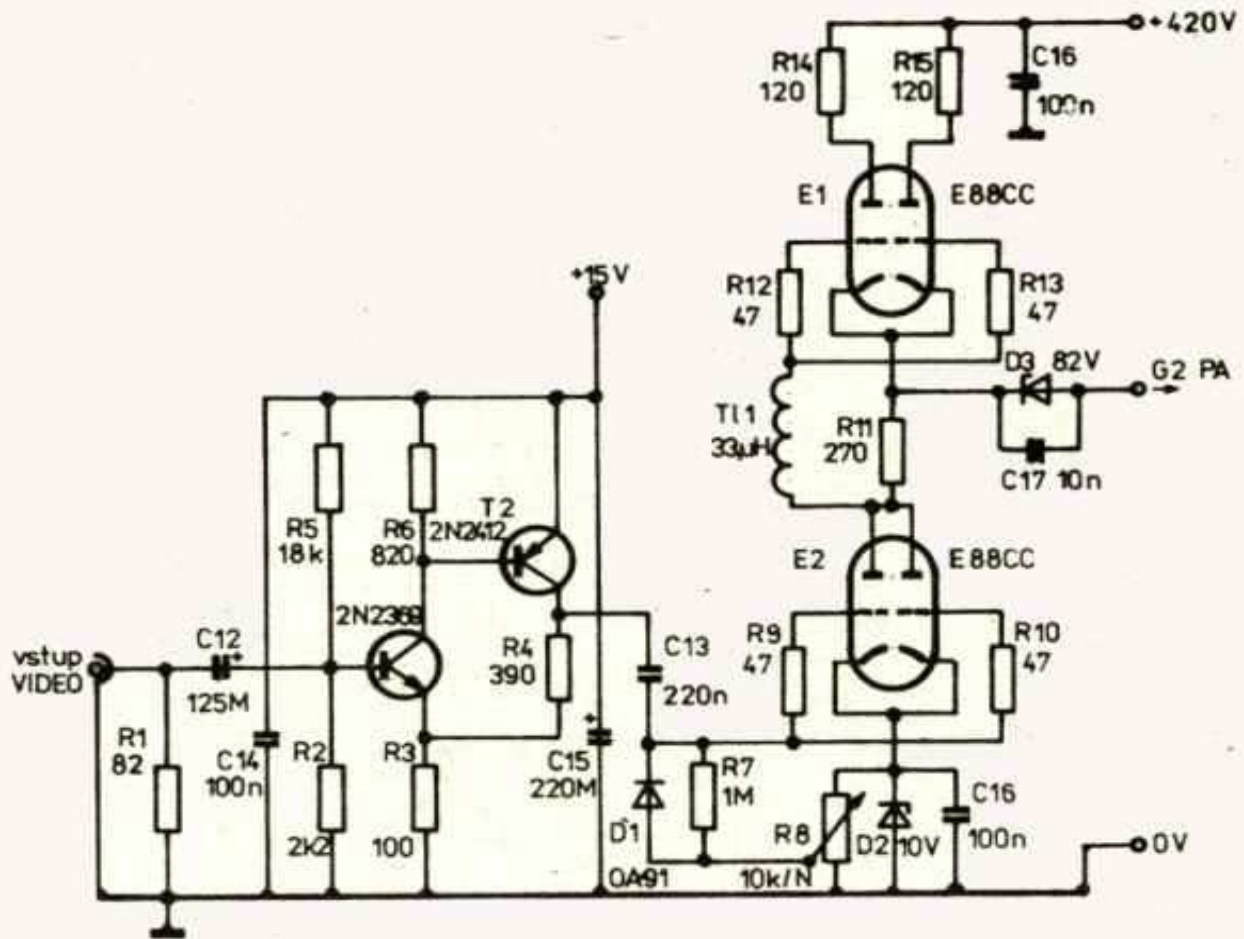


Obr.39 ATV vysílač s modulací v druhé mřížce

Poněkud složitější vysílač pro ATV je popisován ve /4/. Opět se jedná o mřížkovou modulaci, tentokrát však do druhé mřížky. Zapojení koncového stupně je na obr.39. Stupeň je osazen elektronkou QQV 03/20, jejíž mřížkové a anodové obvody jsou opět provedeny ve formě vedení. Autor, G3YQC, zdůrazňuje důkladné blokování anodového i mřížkového zdroje nejen pro vysoké kmitoč-

ty, ale i pro obrazové kmitočty a dokonalé symetrické provedení koncového stupně.

Modulátor, jehož zapojení je na obr.40, zesiluje obrazový signál ve dvou tranzistorových stupních s T1 a T2. Zesílený signál je přiváděn na mřížku elektronkového koncového stupně se



Obr.40 Obrazový modulátor

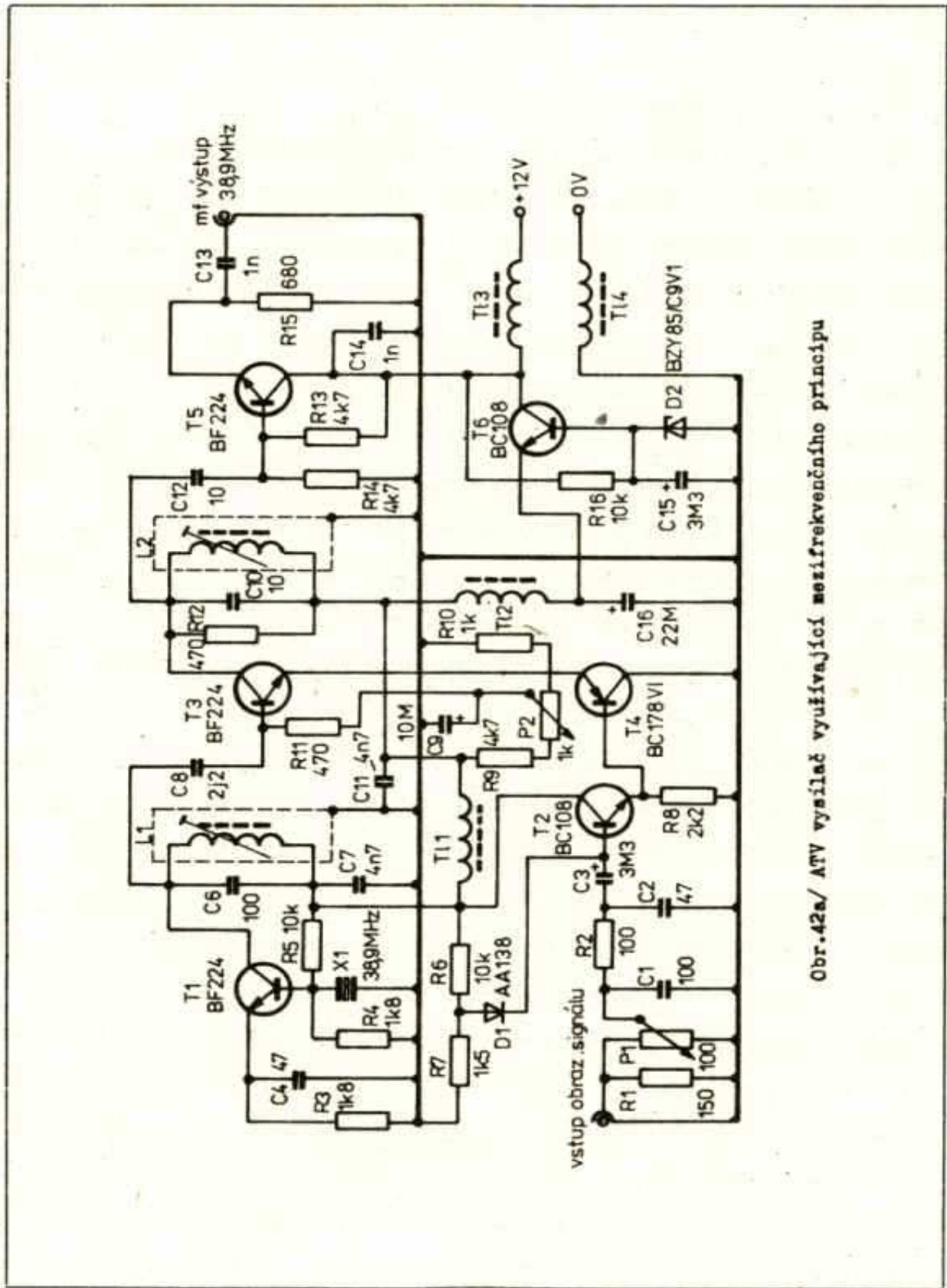
dvěma elektronkami E88CC, zapojenými v sérii. V tomto stupni dochází k zesílení a současně k obnovení stejnosměrné složky obrazového signálu. Propojení výstupu modulátoru s koncovým stupněm vysílače musí být co nejkratší. Výstupní modulační obrazový sig-

nál dosahuje amplitudy až 200 V mezivrcholové hodnoty v úrovni černé. Amplituda výstupního signálu se nastavuje potenciometrem R8 v katodě elektronky E2.

Třetí způsob modulace do katody uvádí DL8ZX v /5/. Tento vysílač, jehož blokové zapojení je na obr.41, je buzen ze zdroje kmitočtu cca 108 MHz. Tento kmitočet je dvakrát zdvojen elektronkami ECC91 /6CC31/ v zapojení polosouměrného zdvojovače kmitočtu /budicí signál je přiváděn symetricky do obou mřížek, anody jsou spojeny paralelně/. Výsledný signál s kmitočtem v pásmu 430 MHz je veden do katody elektronky EC8010, která budí koncový stupeň s elektronkou EC8020 v zapojení s uzemněnou mřížkou. Koncový stupeň je amplitudově modulován tranzistorem T4 /2N3502/, který mění mřížkové předpětí koncového stupně. Koncový tranzistor je přes emitorový sledovač s tranzistorem T3 /2N1613/ řízen diferenciálním stupněm T1, T2 se dvěma tranzistory BF115. Obrazový signál je přiváděn na vstup tohoto stupně přes dolnofrekvenční propust, která omezuje šíři přenášeného pásma na 4,5 MHz. V případě, že je vstupní obrazový signál opačné polarity, je možno jej přivádět do báze druhého tranzistoru diferenciálního stupně. Kondenzátor C7 z báze tranzistoru T1, který není buzen obrazovým signálem, slouží ke zdůraznění vyšších kmitočtů a tím ke zvýšení rozlišovací schopnosti.

Výstupní výkon tohoto vysílače je kolem 10 W na úrovni černé. Vzhledem k tomu, že elektronky EC8010 a EC8020 jsou u nás prakticky nedosažitelné, je nutno s určitým omezením výkonu použít elektronky EC86 a EC88.

Mechanicky je tato část vysílače vestavěna do mosazného chassis délky 200 mm, šířky 30 mm a výšky 35 mm. Mezi objímkami



Obr.42a/ AMV vysílač využíva jci mesifrekvenčniho princípu

elektronky E3 a E4 jsou vpájeny stínící přepážky. Modulátor musí být opět propojen s koncovým stupněm co nejkratším vodičem.

Všechny tyto příklady představují konstrukce, které je možno doporučit pro počáteční pokusy s ATV. Náklady jsou opravdu minimální, uvážíme-li, že prakticky všechny součásti - jak pasívní, tak aktivní - jsou dosažitelné. Elektronka QQE 06/40 je ekvivalent elektronky SRS4451 z produkce NDR. V tabulce 3 jsou uvedeny náhrady elektronky a tranzistorů, které jsou v popisovaných příkladech použity.

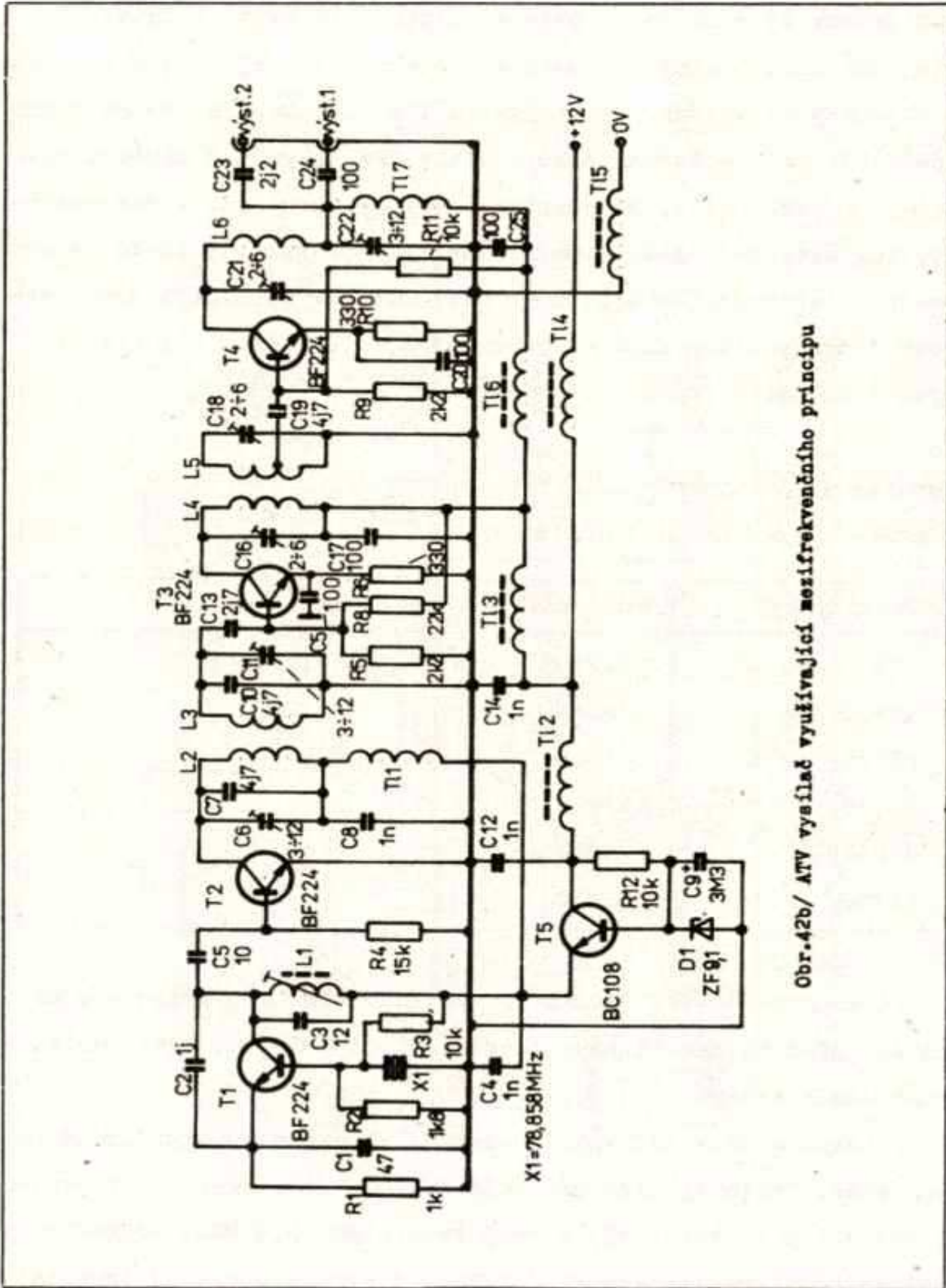
Tabulka 3

Použité elektronky a tranzistory

Použitý typ	Náhrada
QQE 06/40	REE30B /ČSSR/, SRS4451 /NDR/
QQV 03/20	SRS4452 /NDR/
BF258	KF258
BF115	KF125, KF173
2N1613	KSY34
2N3502	KF630

Výstupy všech tří uvedených vysílačů musí být připojeny na anténu přes účinné filtry, které potlačí nežádoucí část dolního postranního pásma.

Poněkud složitější způsob získání televizního signálu je na obr.42a/. Tento vysílač popisuje DJ4LB v /6/. Krystalový oscilátor s tranzistorem T1, řízený krystalem 38,9 MHz, dodává signál do báze tranzistoru T3 /BF224/, který je sériovým tranzisto-

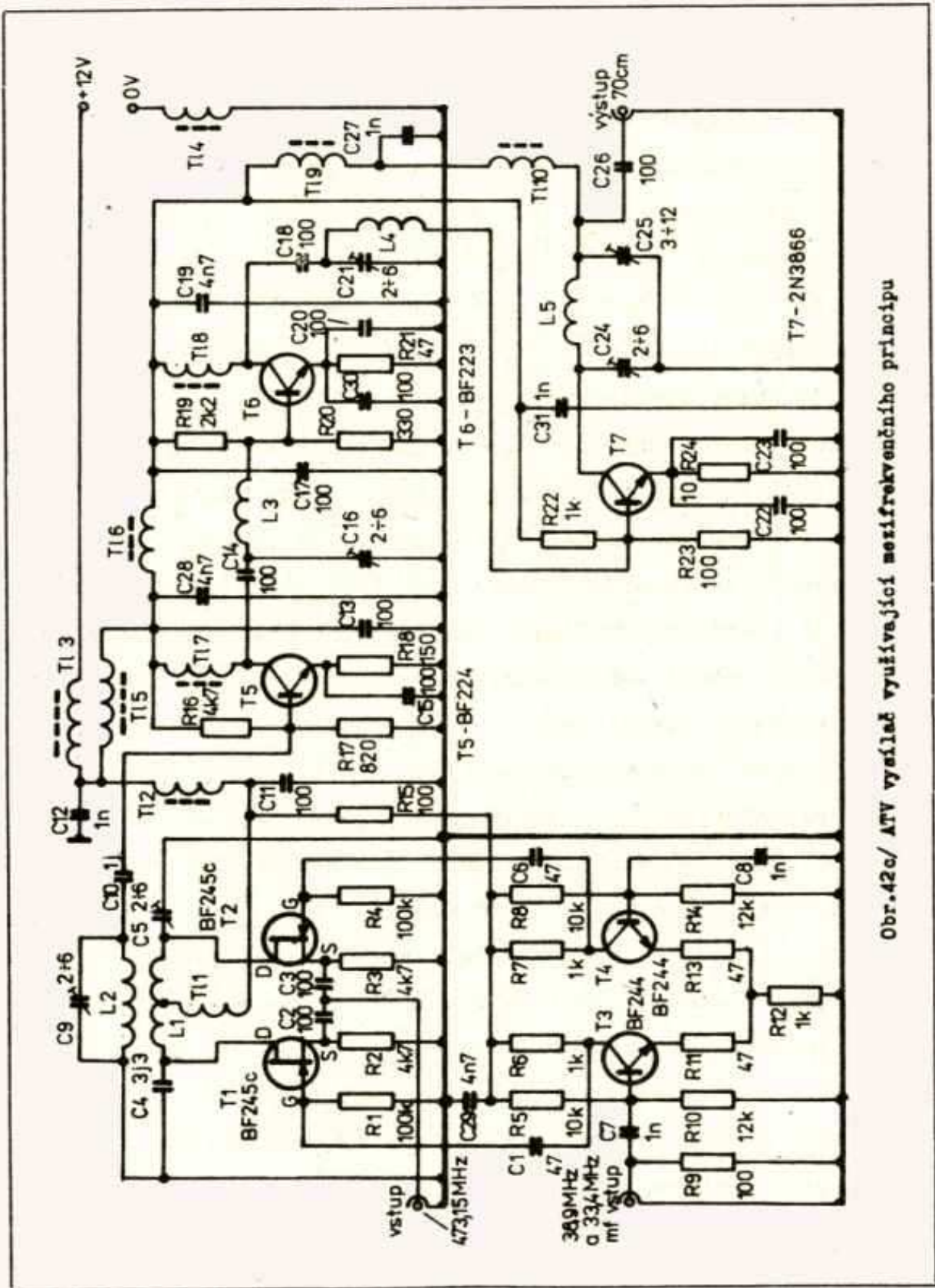


Obr.42b/ ATV vysílač využívající mezifrekvenčního principu

rem T4 /BC178/ amplitudově modulován úplným obrazovým signálem. Modulátor je doplněn klíčovacím obvodem s diodou D1, který zajišťuje, že vysílač dodává bez modulace mezivrcholovou hodnotu v_f signálu proti střední hodnotě, obvyklé u telefonního vysílače. Synchronizační signál má tedy stejnou mezivrcholovou hodnotu nezávislou na tom, je-li celkový obrazový signál OZS o amplitudě 0,5 V /úroveň černé/, nebo 1,4 V /úroveň bílé/. ATV vysílač vysílá synchronizační impulsy stále stejným výkonem, bez ohledu na obsah obrazového signálu.

Získaný modulovaný signál je přiváděn přes emitorový sledovač s tranzistorem T5 do filtru, kterým je potlačována nežádoucí část postranního pásma. Takto upravený signál je veden do symetrického směšovače s tranzistorem BF245C zároveň se signálem ze zdroje pomocného kmitočtu. Na obr.42b/ je zapojení směšovače a lineárního zesilovače s výstupním výkonem cca 100 mW. Koncový stupeň tohoto zesilovače je osazen známým tranzistorem 2N3866, který je možno nahradit naším tranzistorem KF630D. Výkon tohoto zesilovače stačí vybudit elektronkový koncový stupeň s elektronkou EC88. Zdroj pomocného kmitočtu je řízen krystalovým oscilátorem s krystalem o kmitočtu 78,858 MHz. Tento kmitočet je v následujícím stupni ztrojen a v dalším stupni zdvojen na kmitočet 473,15 MHz. Získaný signál je zesilován tranzistorem BF224 a veden do symetrického směšovače /obr.42b/a 42c/.

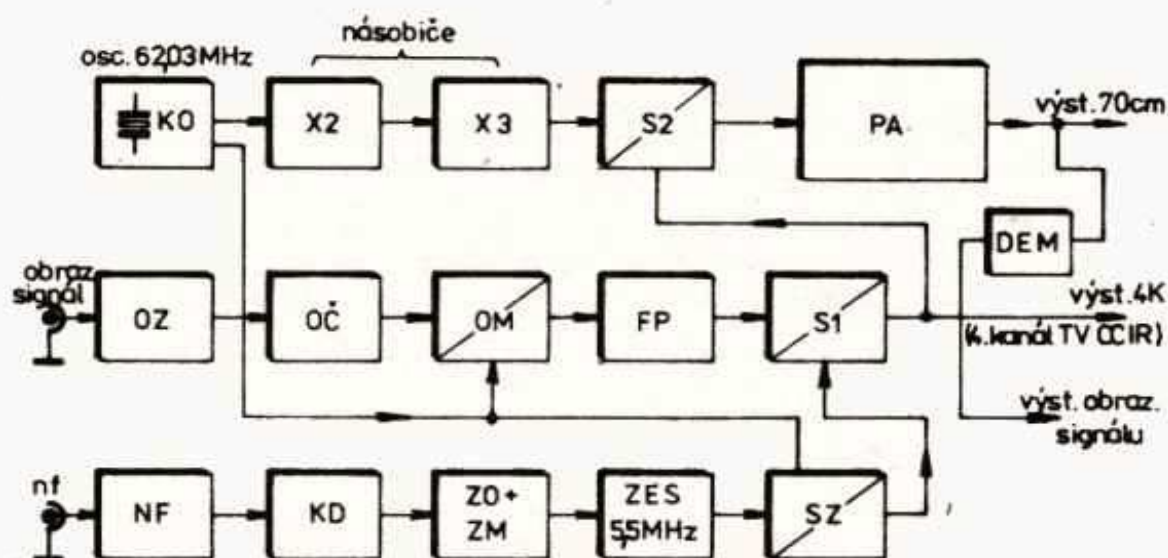
Všechny díly tohoto vysílače jsou řešeny na deskách s plošnými spoji a jsou od společného napájecího zdroje odděleny tranzistorovými oddělovacími stupni s dostatečným zablokováním všech napájecích bodů jednotlivých částí, aby nedocházelo k vzájemnému ovlivňování jednotlivých částí vysílače. Tento vysílač byl



Obr.42c/ ATV vysílač využívající mezifrekvenčního principu

postupem doby částečně modifikován a doplněn dalšími částmi. Jeho podrobný popis je uveden v /7/. Výstupní výkon tohoto zesilovače je 1,5 W v úrovni černé.

Kromě popsaných vysílačů ATV byla zveřejněna ještě řada dalších provedení složitějších či jednodušších zařízení. Např. v holandském časopise ELECTRON /8/ byl uveřejněn jako přetisk z časopisu TV-Amateur /9/ dokonalý vysílač ATV, jehož blokové zapojení je na obr.43. Celý vysílač je na jedné desce s plošný-



Obr.43 Blokové zapojení špičkového vysílače ATV

mi spoji o velikosti 211x158 mm /mimo ovládací prvky/, je napájen ze zdroje 12V/150 mA a jeho výstupní výkon je v úrovni černé 20 až 50 mW/75 ohmů.

Vysílač sestává z obrazového zesilovače OZ, obvodu udržování černé OČ, obrazového modulátoru OM, ve kterém je obrazový kmitočet namodulován na pomocný nosný kmitočet 62,0357 MHz a dále následuje pětiobvodový filtr FP pro částečné potlačení jednoho

postranního pásma. Zvukový nf signál je zesílen v nízkofrekvenčním zesilovači NF a přes kompresor dynamiky DK veden do zvukového modulátoru ZM, který kmitořtově moduluje oscilátor 5,5 MHz ZO. Modulovaný kmitočet 5,5 MHz je ve směřovači ZS směřován pomocným kmitořtem 62,0357 MHz z krystalového oscilátoru KO. Obrazové a zvukové signály, namodulované na tomto pomocném kmitořtu, jsou sloučeny ve slučovači S1 a výsledný signál, který kmitořtově odpovídá IV. kanálu CCIR, je veden do kontrolního televizního přijímače. Současně je tento signál přiváděn do směřovače S2. V tomto směřovači je směřován s šestinásobkem pomocného kmitořtu 62,0357 MHz, tj. 372,0357 MHz. Výsledný kmitočet 434,2499 MHz je zesilován ve čtyřstupňovém lineárním zesilovači PA na úroveň 20 až 50 mW. Součástí vysílače je i jednoduchý diodový demodulátor UHF signálu DEM pro kontrolu jakosti vysílaného signálu.

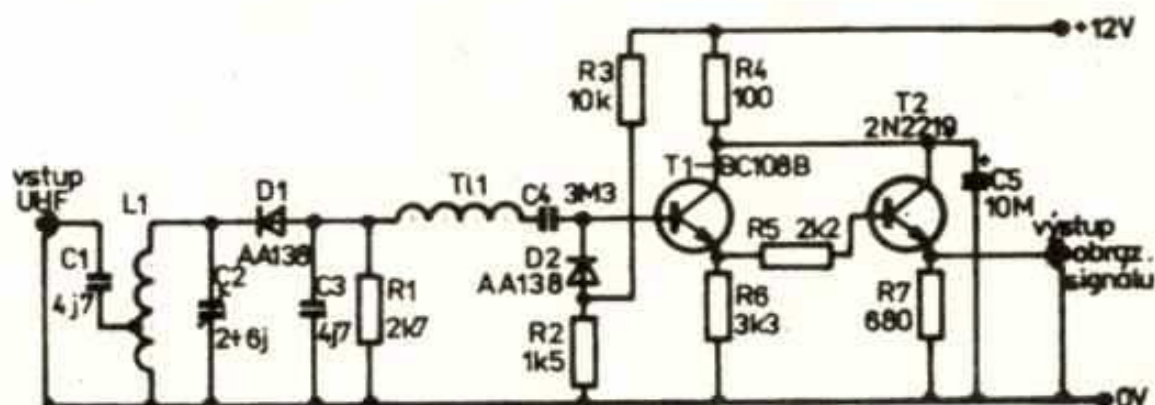
Tento vysílač obsahuje 26 tranzistorů a představuje kvalitní zařízení pro vysílání ATV.

V této části byly velmi stručně popsány vysílače ATV, od nejjednodušších až po špičková zařízení. V přehledu literatury jsou uvedeny i prameny, na které není v této publikaci odkaz. Tyto prameny mají sloužit k dalšímu studiu zájemců o tento druh amatérského provozu.

10.1. KONTROLNÍ OBVODY

Pro kontrolu kvality vysílaného obrazu slouží tzv. vf monitor, což je obrazový monitor vybavený jednoduchým či složitějším demodulátorem a jednoduchým obrazovým zesilovačem. Demodu-

látor je volně vázán na koncový stupeň ATV vysílače a je jím tedy kontrolován signál, vedený do antény. Zapojení UHF demodulátoru je na obr.44.



Obr.44 Zapojení UHF demodulátoru

Pro kontrolu skutečně vysílaného signálu slouží televizní přijímač, který je po dobu vysílání připojen na jednoduchou anténu, umístěnou pokud možno na místě vzdálenějším od vysílací antény. Anténa je připojena na vstup přijímače přes útlumový článek, který snižuje vstupní signál na požadovanou úroveň. Tímto způsobem je kontrolován vysílaný obrazový i zvukový signál ATV vysílače.

11. ŠÍŘENÍ SIGNALU ATV

Vzhledem k povaze použitého pásma přichází ve většině případů do úvahy pouze šíření na přímou vzdálenost. Útlum signálu mezi dvěma dipóly $\lambda/2$ je dán vztahem

$$D_{/dB/} = 28,8 + 20 \log r + 20 \log f$$

kde D je útlum v dB,

r - vzdálenost dipólů v km,

f - použitý kmitočet v MHz.

Při šíření za horizont je třeba k vypočtenému útlumu připočítat ještě dodatečný útlum D_d , který je dán vztahem

$$D_d = 20 + (0,107 r \sqrt[3]{f}) \quad [dB, km, MHz]$$

Tento vztah platí pouze tehdy, není-li v cestě žádná překážka. Je-li v cestě rádiových vln nějaká překážka, připočítává se k vypočtenému útlumu při šíření na přímou vzdálenost ještě dostatečný útlum D_p podle vztahu

$$D_p = 13 + 20 \log \left(\lambda h \sqrt{\frac{2}{\lambda} \cdot \frac{r}{a(r-a)}} \right) \quad [dB, m]$$

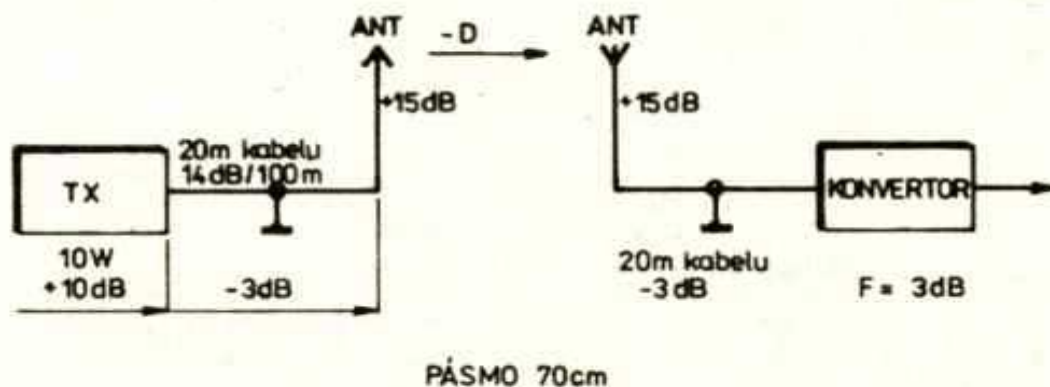
kde r je vzdálenost přijímací a vysílací stanice v metrech

h - výška překážky přes přímou viditelnost v metrech

a - vzdálenost překážky od bližší antény v metrech.

Na obr.45 je grafické znázornění výkonových poměrů dvou ATV stanic, pracujících v pásmu 70 cm. Při použití stejných antén

na vysílecí i přijímací straně o zisku 15 dB, stejné délce kabelu, který má při délce 20 m útlum 3 dB /útlum na použitém kmitočtu je 14 dB/100 m/, výkonu vysílače 10 W, což znamená +10



Obr.45 Grafické znázornění výkonových poměrů ATV stanic v pásmu 70 cm

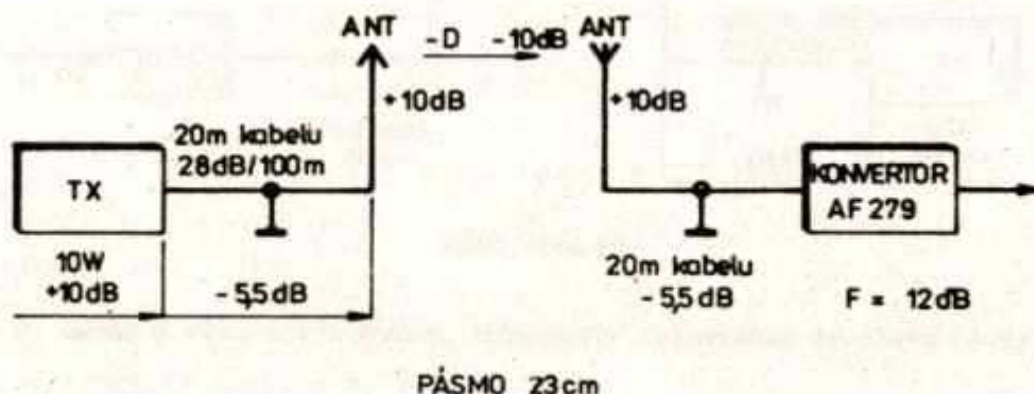
dBW, resp. 40 dBm a konvertoru na přijímací straně s šumovým číslem $F = 3$ dB, je výsledný útlum D_c zmenšen o součet těchto hodnot.

$$D_c = -D + 31 \text{ dB}$$

Z toho vyplývá, že při správné volbě antén, výkonu vysílače, citlivosti přijímače a použití vhodného kabelu, je možno uskutečnit spojení s použitelnou kvalitou obrezu i bez přímé viditelnosti.

Vzhledem k tomu, že se provoz ATV přesouvá i na pásmo 23 cm, je pro srovnání uvedeno na obr.46 grafické znázornění výkonových poměrů dvou ATV stanic, které pracují v pásmu 23 cm. Při použití vysílače o výkonu 10 W /+10 dBW/, stejné délce stejného kabelu, který však má na tomto kmitočtu útlum 28 dB/100 m /-5,5 dB/, stejných typech antén / $G = 10$ dB/ a konvertoru na přijímací straně $S = -12$ dB /použitý vstupní tranzistor AF 279/

se základním útlumem větším o -10 dB je celkový útlum $D_c = -D - 3$ dB, tj. o -34 dB větší útlum než na 70 cm. Z toho vyplývá nutnost použít vysílače s větším výkonem, kabelu s menším útlumem, antén s vyšším ziskem a konvertoru s menším šumovým číslem.



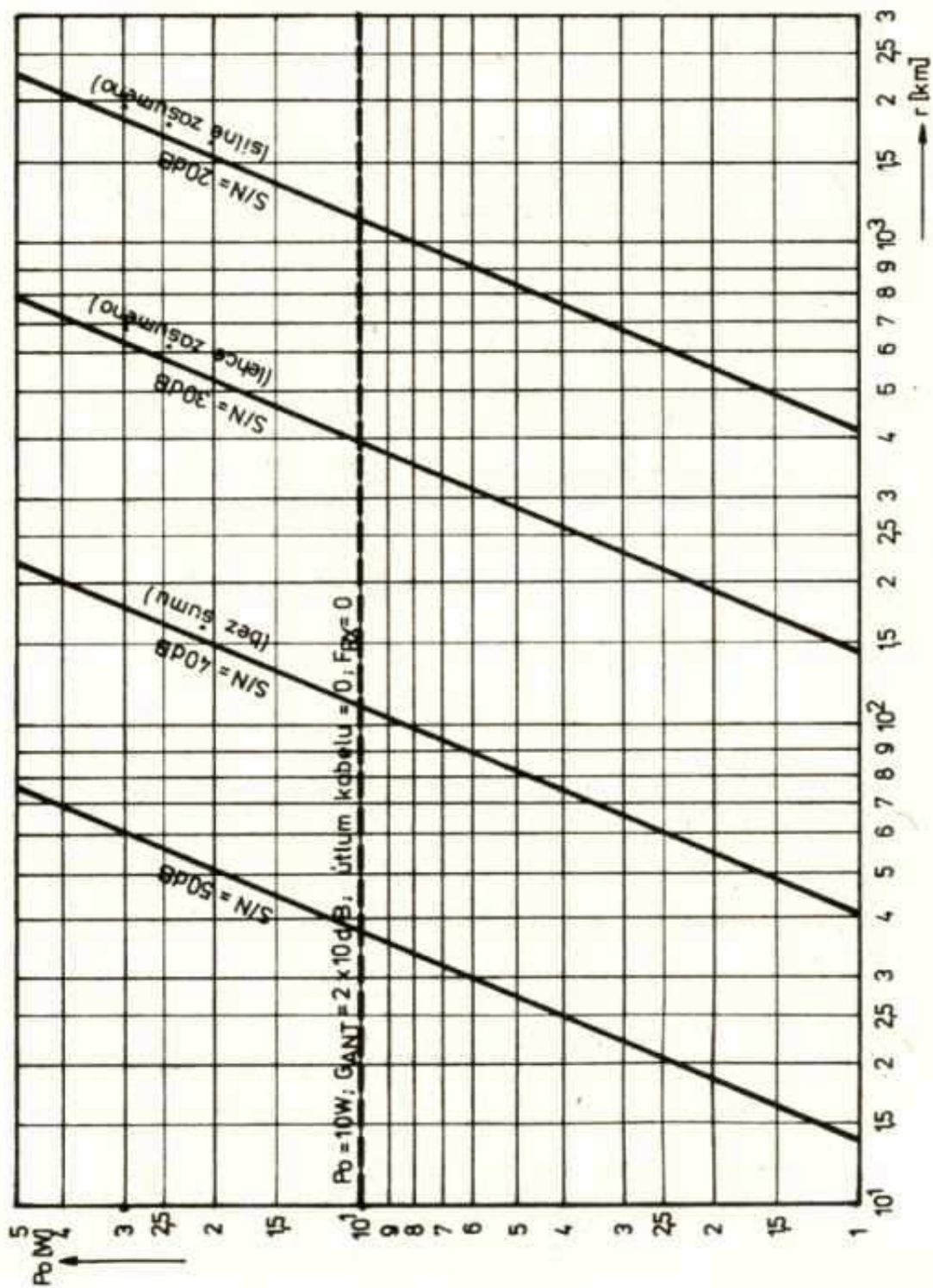
Obr.46 Grafické znázornění výkonových poměrů ATV stanic v pásmu 23 cm

Na obr.47 je graf, ze kterého je možno určit odstupy signál/šum pro různé výkony ATV vysílače při daných vzdálenostech /10/.

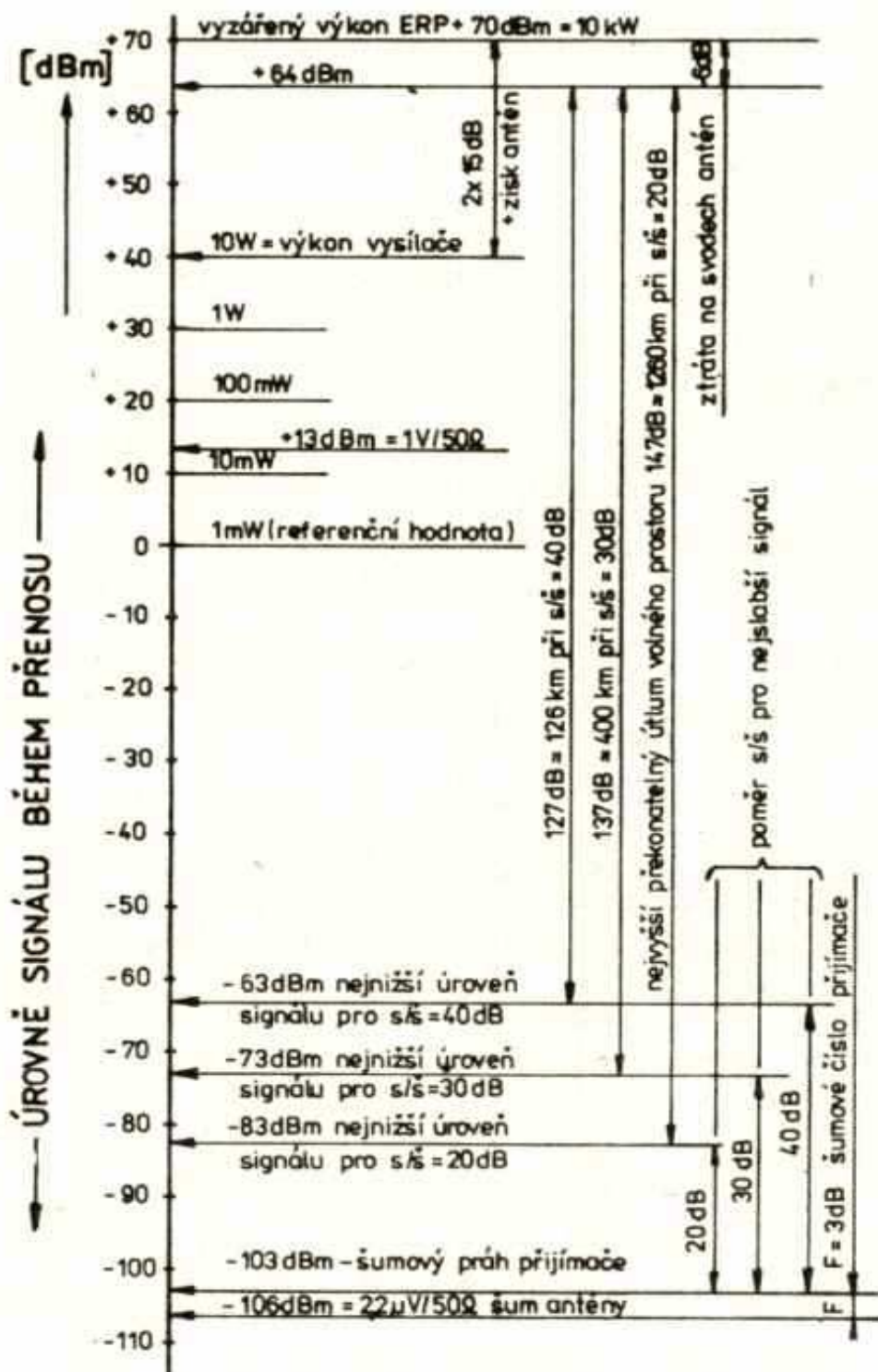
Podle /16/ platí pro matematické dipóly vztah

$$D = 32,4 + 20 \log r + 20 \log f \quad [\text{dB, km, MHz}]$$

Pro ilustraci situace si určíme maximální dosah ATV na pásmu 432 MHz při výkonu 10 W /tj. $+40$ dBm/, zisku vysílací i přijímací antény 15 dB, ztrátě na napájecích kabelech 2×3 dB, šumovém čísle přijímače $F = 3$ dB. Dosah budeme počítat pro poměr signál/šum 40 dB /dobrý obraz/, dále $s/\bar{s} = 30$ dB /slabě zašuměný obraz/ a pro poměr s/\bar{s} / silně zašuměný obraz/.



Obr.47 Graf závislosti poměru signál/šum na výkonu vysílače



Obr.48 Úrovňový diagram přenosové cesty

Šumový práh přijímače ATV bude při vstupní impedanci 50 ohmů, šíři propustného pásma 5,5 MHz a teplotě okolí 20°C

$$u_g + 0,126 \sqrt{B \cdot R} \quad [\mu V, \text{ kHz}]$$

a po dosazení pak bude

$$u_g + 2,2 \mu V \quad \text{tj. úroveň } -106 \text{ na } 50 \Omega$$

Vyzářený výkon na trase mezi oběma anténami odpovídá součtu zisku obou antén a výkonu v logaritmické formě, sníženému o ztráty v obou napáječích a příspěvek šumového čísla přijímače, tj. celkový vyzářený výkon je nad úrovní šumů přenosové trasy

$$40 \text{ dBm} + 15 \text{ dB} + 15 \text{ dB} - 3 \text{ dB} - 3 \text{ dB} - 3 \text{ dB} - /-106 \text{ dBm}/ = 167 \text{ dB}$$

Při předpokladu odstupu s/š = 20 dB bude maximální dosah přenosové trasy na přímou viditelnost

$$D_{20} = 167 \text{ dB} - 20 \text{ dB} = 147 \text{ dB}$$

což podle uvedeného vzorce představuje vzdálenost

$$r_{20} = 1\,260 \text{ km}$$

Při odstupu s/š = 30 dB pak bude

$$D_{30} = 167 \text{ dB} - 30 \text{ dB} = 137 \text{ dB}, \quad \text{což je}$$

$$r_{30} = 400 \text{ km}$$

a dále pro odstup s/š = 40 dB

$$D_{40} = 167 \text{ dB} - 40 \text{ dB} = 127 \text{ dB}, \quad \text{což je}$$

$$r_{40} = 126 \text{ km}$$

Uvedené vzdálenosti plně odpovídají poměrům podle obr.47.

11.1. CO A JAK VYSÍLAT?

Pro posouzení kvality obrazu je třeba vysílat zkušební obrazec, který umožní vizuálně, bez měření, určit rozlišovací a gradační schopnost přenosové cesty. Na zkušebním obrazci by měl být v horizontálním i vertikálním směru tzv. vějíř, který se skládá z černých a bílých sbíhajících se pruhů. Pomocí těchto pruhů je možno rychle odhadnout rozlišovací schopnost obrázku /viz starší typ televizního monoskopu/. Kromě tohoto testu by měl zkušební obrazec obsahovat ve vertikálním i horizontálním směru tzv. schody, což jsou čtverce o různé optické hustotě obrazu od černé do bílé. Gradační schopnost dobrého televizního obrazu rozliší těchto stupňů 5 až 6. Pro kontrolu linearitu obrazu se používá tzv. šachovnice, což jsou střídající se černé a bílé čtverce.

Mimo zkušebního obrazce je možno vysílat i fotografie, diazpozitivity /ty se promítají jednoduchým diaprojektorem na signální desku kvantikonu/, kreslené obrázky či schemata a v neposlední řadě i kamerou snímané živé scény. V tomto případě je třeba zvolit pro kameru vhodnou optiku s odpovídající ohniskovou vzdáleností. Pro normální kvantikon o průměru 1" je standardní optika s ohniskovou vzdáleností 20 mm. Objektiv s kratší ohniskovou vzdáleností se chová jako širokouhlý, tj. jeho záběrový úhel je větší - na obrázku dostaneme více informací, objektiv s delší ohniskovou vzdáleností se chová jako teleobjektiv. První je vhodnější pro snímání v místnosti, kde odstup kamery od snímaného předmětu nebo scény je malý, druhý je vhodnější pro vzdálenější předměty či scény v exteriéru /např. snímek z okna/.

Kromě těchto zkušebních obrazců a snímaných scén musí být každá stanice ATV vybavena obrázkem s vlastní volací značkou a ostatními náležitostmi /jméno, QTH, QRA čtverec apod./.

ZÁVER

Účelem této publikace je seznámit radioamatéry-vysílače i posluchače s problematikou amatérského televizního vysílání, s možnostmi konstruovat vlastní zařízení jak přijímací /jehož technická stránka má velmi blízko k technické stránce dálkového příjmu televize ve IV./V. televizním pásmu/, tak i vysílací. Materiálové možnosti pro tuto zájmovou činnost jsou. Je jenom otázka času, za jak dlouho se - a v jakém měřítku - tento druh provozu rozšíří mezi radioamatéry.

Možnosti využití jsou velké, ať je to vysílání klubových zpráv, technická a provozní výuka mládeže, pomoc při technických soutěžích nebo propagační činnost při radioamatérských výstavách.

Prakticky byl provoz ATV ověřen za použití dostupných přístrojů i materiálu. Vzhledem k rozšiřující se výrobě stále modernějších typů tranzistorů a integrovaných obvodů je možno konstruovat obrazové, zvukové, vysílací a přijímací zařízení ATV se stále lepší kvalitou a tím zvyšovat i svou odbornost ve prospěch celé naší společnosti.

Přeji všem, kteří se do této zájmové práce pustí, hodně úspěchů a radosti z přenosu z vlastního "televizního studia".

SEZNAM OBRÁZKŮ

- Obr.1. Průběh jednoho řádku SSTV signálu
- Obr.2. Vstupní zesilovač a omezovač
- Obr.3. Videodetektor s obvodem LC
- Obr.4. Vzorkovací detektor
- Obr.5. Oddělovač synchronizačních impulsů
- Obr.6. Generátory pilových průběhů pro rozkladové obvody
- Obr.7. Koncové zesilovače rozkladových obvodů
- Obr.8. Způsob získání kmitočtů rozkladů z kmitočtu sítě
- Obr.9. Praktické zapojení synchronizátoru SSTV
- Obr.10. Synchronizátor pro elektromechanický snímač
- Obr.11. Obvod řídicí otáčky motoru pro pohon válečku
- Obr.12. Obvod řídicí otáčky suportu a obvod řízení jasu prosvětlovací žárovky
- Obr.13. Obvod SCFM
- Obr.14. Mechanické uspořádání elektromechanického snímače
- Obr.15. Blokové schéma snímače s fotonásobičem
- Obr.16. Mechanické uspořádání snímače na odražené světlo
- Obr.17. Zapojení fotonásobiče
- Obr.18. Zapojení obvodu SCFM
- Obr.19. Blokové schéma kamery SSTV
- Obr.20. Zapojení snímací elektronky, obrazového zesilovače s demodulátorem, klíčovacího obvodu 10 kHz
- Obr.21. Uspořádání sestavy rychlá kamera - převodník - monitor SSTV
- Obr.22. Princip převodu normy vzorkováním
- Obr.23. Činnost komparátoru pro vzorkování
- Obr.24. Principiální blokové schéma převodníku
- Obr.25. Kmitočtové rozložení přenášeného ATV signálu v různých pásmech
- Obr.26. Blokové zapojení jednoduchého vysílače ATV bez zvukového doprovodu
- Obr.27. Blokové zapojení vysílačů obrazu a zvuku

- Obr.28. Blokové zapojení vysílače ATV mezifrekvenčním způsobem
- Obr.29. Blokové zapojení ATV stanice
- Obr.30. Blokové zapojení televizní kamery
- Obr.31. Obrazový zesilovač kamery
- Obr.32. Amplitudová charakteristika obrazového signálu a zesilovače
- Obr.33. Kamera se svázanými rozklady
- Obr.34. Připojení vychylovacích cívek přímo
- Obr.35. Připojení vychylovacích cívek přes vazební transformátory
- Obr.36. Zhášení zpětných běhů rozkladů
- Obr.37a/ Úprava elektronkového obrazového zesilovače televizního přijímače
- Obr.37b/ Tranzistorový obrazový zesilovač televizního přijímače
- Obr.38. ATV vysílač s modulací v první mřížce
- Obr.39. ATV vysílač s modulací v druhé mřížce
- Obr.40. Obrazový modulátor
- Obr.41. ATV vysílač modulovaný v katodě
- Obr.42. ATV vysílač využívající mezifrekvenčního principu
- Obr.43. Blokové zapojení špičkového vysílače ATV
- Obr.44. Zapojení UHF demodulátoru
- Obr.45. Grafické znázornění výkonových poměrů ATV stanic v pásmu 70 cm
- Obr.46. Grafické znázornění výkonových poměrů ATV stanic v pásmu 23 cm
- Obr.47. Graf závislosti poměru signál/šum na výkon vysílače
- Obr.48. Úrovňový diagram přenosové cesty

SEZNAM LITERATURY

K SSTV

Amatérské radio

12/70

2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12/73

2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12/74

1, 2, 4, 5, 7, 9, 10, 12/75

2, 5, 7, 9, 12/76

Sdělovací technika 9/77

Radioamatérský zpravodaj

2, 4, 5, 6, 7-8, 9/74

1, 3, 4, 5, 6, 7-8, 9, 10/75

1, 2, 3, 4, 7-8, 9, 10/76

1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 11-12/77

3, 5, 11-12/78

Funkamateur 3/79

Sborník přednášek z Celostátního setkání radioamatérů,
Pardubice 1974

CQ-DL

1, 2/77

7/81

Radio REF 7/81

Podklady pro konstrukci elmech snímače od OK1 VIV

K ATV

1. Začínáme s ATV
Radioamatérský zpravodaj
2. Povolovací podmínky
3. Uředaji za amaterskou televizi
Radioamater /YU/ č.4/1977
4. Amateur television
Radiocommunication č.4/1977

5. Ein 70-cm Sender mit gezogenem Quarzoszillator
UKW-Berichte 1970
6. Baugruppen für einen ATV-Sender nach dem ZF-Verfahren I.
UKW-Berichte č.3/1972, č.4/1972
7. Ein ATV-Sender in Baustein-Konzept nach dem ZF-Verfahren
UKW-Berichte č.2/1977
8. Amateur-televiziezender I., II.
Electron č.12/1977, č.1/1978
9. ATV-Sender
TV-Amateur č.3 a 4/1973
10. Amateurfunk-Fernsehen in 24 cm - Band
TV Amateur č.3/1979
11. A television and SSB transmitter for 432 MHz
Radiocommunication č.6/1977
12. Die Grundlagen des Amateurfunk-Fernsehen
UKW-Berichte č.1 a 2/1971
13. Fernseh-Impulsgenerator
UKW-Berichte č.3/1971
14. Fernseh-Bildmuster-generator
UKW-Berichte č.1/1972
15. Practical Ideas for the ATV Enthusiast
QST č.1 a 2/1975
16. Čaha - Procházka: Antény

ÚČELOVÁ EDICE ÚV SVAZARMU

Knižnice zájmové, branně technické a sportovní činnosti

Řídí Nina Erbenová

PŘEDNÁŠKY Z AMATÉRSKÉ RADIOTECHNIKY

ZÁKLADY AMATÉRSKÉ TELEVIZE

Vydal ústřední výbor Svazu pro spolupráci s armádou v Praze
roku 1983 jako svoji 2581. publikaci, 112 stran, 48 obrázků.

Napsali Vladimír Půža a Kamil Fingerhut

Lektoroval Ing. Vladimír Geryk

Obrázky nakreslil Ing. Jiří Štěpán

Návrh obálky František Prouza

Odpovědná redaktorka Ilona Manolevská

Grafická úprava Miloslav Torn

Náklad 3 000 výtisků. Publikace je vydána pro vnitřní potřebu
Svazarmu a rozšiřuje se bezplatně.

Vytiskly Východočeské tiskárny Jihlava.

