

Tab. 2. Srovnání vlastností popisovaných zapojení vstupních zesilovačů číslicových měřičů kmitočtu

Obr.	2	3	5	6	7	8	10	11	-	-
Lit.	[4]	[5]	[7]	[8]	[11]	[8]	[10]	[12]	[14]	[15]
U_{vst} [mV]	200	-	100	100	35	100	50	20	200	150
U_{max} [V]	5,5	-	100	-	4	-	5	200	-	-
f_{min} [Hz]	2	-	20	1	-	100 kHz	5 MHz	0	3,2	-
f_{max} [MHz]	0,1	65	25	1	60	125	180	60	110	18
R_{vst} [MΩ]	-	1	0,15	70Ω	-	-	-	1	1	-

pokles -3 dB. Maximální výstupní napětí odpovídá napěťové úrovni obvodů ECL (přibližně 850 mV).

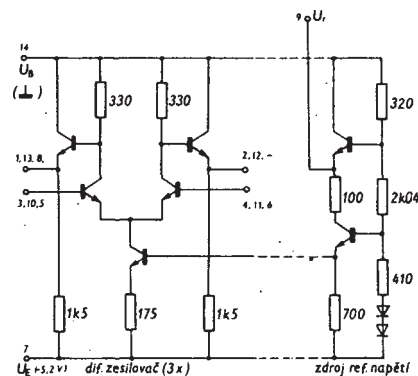
Na obr. 12 je nakresleno vnitřní zapojení popisovaného integrovaného obvodu, který ještě navíc obsahuje zdroj konstantního napětí, použitelný pro zdroj referenčního napětí, na které je možno připojit vstup některého ze zesilovačů, když nepoužijeme diferenciální zapojení. Podrobné vnitřní zapojení obvodu je uvedeno proto, aby bylo možno nahradit v případě realizace zesilovače tento integrovaný obvod diskretními součástkami.

quenzzähler von 0-60 MHz. UKW Berichte 1974, č. 1, str. 40 až 45.

[13] Jermolov, R. S. a kol.: Příručka číslicových měřicích přístrojů. Alfa: Bratislava 1975, str. 161.

[14] Fadrhons, J.: Čítač do 100 MHz z perspektivních integrovaných obvodů. Sdělovací technika 1975, č. 3, str. 91 až 95.

[15] Vstupní zesilovač k čítači. Amatérské radio 1976-A, č. 10, str. 392.



Obr. 12. Vnitřní zapojení integrovaného obvodu MC1035P

Závěr

V článku je na řadě příkladů realizovaných vstupních zesilovačů ukázána možnost zvětšení citlivosti vstupních obvodů číslicových měřičů kmitočtu, pracujících s obvodem TTL.

V tabulce 2 jsou pak shrnuty vlastnosti jednotlivých zapojení, čímž je umožněno rychlé srovnání pro ty, kteří se rozhodli pro stavbu číslicového měřice kmitočtu nebo chtějí již postavený čítač doplnit vhodným vstupním zesilovačem.

Literatura

- [1] Pacovský, J.: Rozšíření kmitočtového rozsahu čítačů. Příloha AR 1976, str. 61 a 62.
- [2] Bauer, H.: 50-MHz-Universalzähler. Funktechnik 1972 č. 7, str. 238 až 242.
- [3] Ritter, W. R.: DL8TM: Doppél-Eingangverstärker mit 2:1-Vorteiler für Frequenz-Zähler von 1 Hz bis minimal 100 MHz. UKW Berichte 1972, č. 3, str. 171 až 174.
- [4] Hyan, J. T.: Číslicový měřič kmitočtu. Amatérské radio 1973, č. 5, str. 175 až 177.
- [5] Arnoldt, M.: Frequenzzähler mit Zeitmultiplexanzeige. Funktechnik 1974, č. 20, str. 721 až 724; č. 21, str. 749 až 752.
- [6] Wilhelm, K.: Elektronischer Zähler mit integrierten Schaltungen. Funktechnik 1970, č. 5, str. 165 a 166; č. 6, str. 207 a 208; č. 7, str. 246 až 249.
- [7] Jireš, J.: Čtyřmístný měřič kmitočtu do 25 MHz. Amatérské radio 1973, č. 2, str. 52 až 55.
- [8] DJIMC: Universalzähler (Stavebnice z r. 1975 - NSR).
- [9] DLICF: Frequenz-Zähler 50 MHz (konstrukce z r. 1972 - NSR).
- [10] Campanelli, F., IZCMI; Vimercati, A., IZVAM: 10:1 Frequenzteiler für Eingangsfrequenzen bis 180 MHz. UKW Berichte 1973, č. 1, str. 52 až 57.
- [11] Ritter, W. R.: Breitband-Vorverstärker für Frequenzzähler bis 60 MHz. UKW Berichte 1971, č. 2, str. 101 až 103.
- [12] Schmidt, H. U., DJ6TA: Vorverstärker mit hochohmigem Eingang für Fre-

Přímokazující měřič kapacit

Dr. L. Kalás

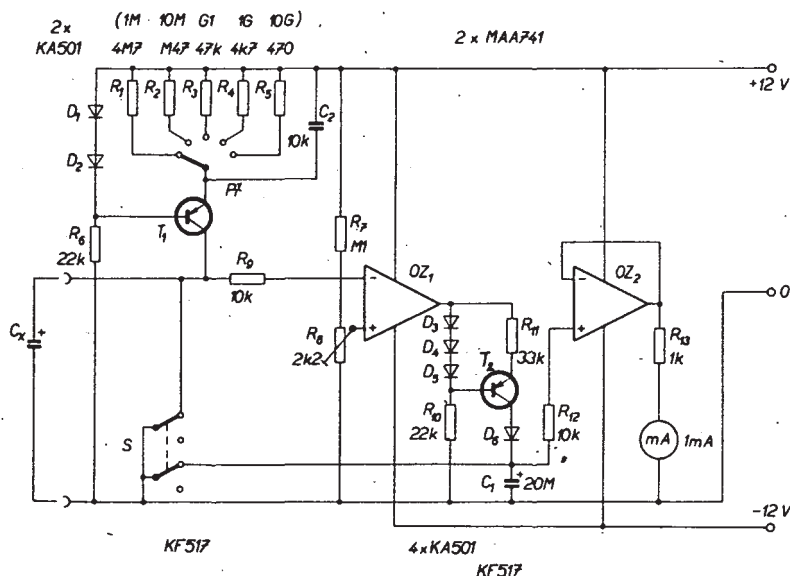
Kondenzátory běžných kapacit asi do 100 μ F obvykle měříme na můstku LC, pokud ho máme. S kondenzátory o větších kapacitách jsou však potíže, protože běžným způsobem a zařízením (vyloučíme-li metodu měření pomocí protékajícího střídavého proudu) je zpravidla nemůžeme měřit, ačkoliv bychom často potřebovali.

S popsáním přístrojem můžeme změřit libovolný kondenzátor s kapacitou od 50 až 100 nF do 50 000 μ F v deseti rozsazích s přesností do 5 %. Kapacitu měřeného kondenzátoru čteme přímo na stupnici ručkového měřidla; protože je závislost výchylky na kapacitě lineární, odpadne kreslení a cejchování nové stupnice. Při cejchování je použit pouze jeden přesný kondenzátor libovolné kapacity, kterým nastavíme jeden kontrolní bod; odpadá i nastavování na dalších rozsazích. Přesnost je závislá na přesnosti odporů zapojených u prepínače, na třídě přesnosti použitého měřidla a na přesnosti použitého cejchovacího kondenzátoru.

Činnost přístroje

Přístroj, zapojený podle obr. 1, pracuje takto: tranzistor T_1 spolu s diodami D_1 a D_2 , odporem R_6 a jedním z odporů R_1 až R_5 u prepínače tvoří zdroj konstantního proudu. Pokud je dvojitý spínač S sepnut, proud je odváděn na „zem“ a neznámý kondenzátor

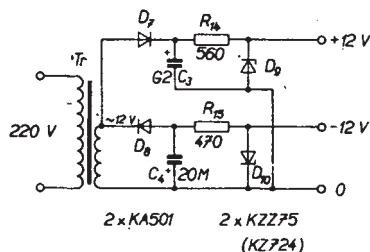
C_x se nenabíjí (je také zkratován). Po rozpojení kontaktů spínače S je ze zdroje konstantního proudu nabíjen neznámý kondenzátor a napětí na něm se zvětšuje lineárně s časem. Operační zesilovač typu 741 (s vnitřní kompenzací) je zapojen jako napěťový komparátor. Na jeho neinvertující vstup je připojeno referenční napětí, které získáváme z dě-



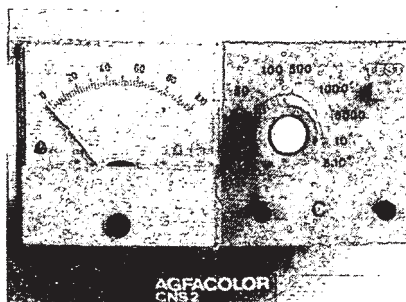
Obr. 1. Schéma zapojení měřice kapacity (provedení s pěti měřicími rozsahy)

liče R_7 , R_8 . Na invertující vstup je připojen kladný pól neznámého kondenzátoru. Na výstupu operačního zesilovače je napětí asi +12 V, kterým napájíme další zdroj konstantního proudu, který se skládá z tranzistoru T_3 , diod D_3 až D_5 a odporů R_{10} a R_{11} . Přes diodu D_6 se nabíjí pomocný kondenzátor C_1 , na kterém se napětí opět zvětšuje lineárně s časem. Tento proces probíhá až do okamžiku, v němž napětí na neznámém kondenzátoru C_x , popř. na invertujícím vstupu operačního zesilovače OZ_1 , převyší referenční napětí asi o 5 mV (napětová nesymetrie vstupů). V tomto okamžiku operační zesilovač mění svůj stav; na jeho výstupu se napětí mění na -12 V. Zdroj konstantního proudu s tranzistorem T_3 přeruší svou činnost a na kondenzátoru C_1 je určité napětí, které je přímo úměrné době, po kterou se neznámý kondenzátor nabíjel. Pomocí impedančního převodníku s operačním zesilovačem OZ_2 toto napětí přímo měříme a získaný údaj určuje kapacitu neznámého kondenzátoru. Protože při použití zdrojů konstantního proudu se napětí na kondenzátorech zvětšuje lineárně s časem, je stupnice pro kapacitu také lineární.

Rozsahy měření byly původně (pro plnou výchylku měřidla) 1, 10, 100, 1000 a 10 000 μF , ale zkušenost s měřením ukázala, že výhodnější bude použít vícepolohový přepínač a rozsahy 1, 5, 10, 50, 100, 500, 1000, 5000, 10 000 a 50 000 μF . Příslušné



Obr. 2. Schéma zapojení zdroje



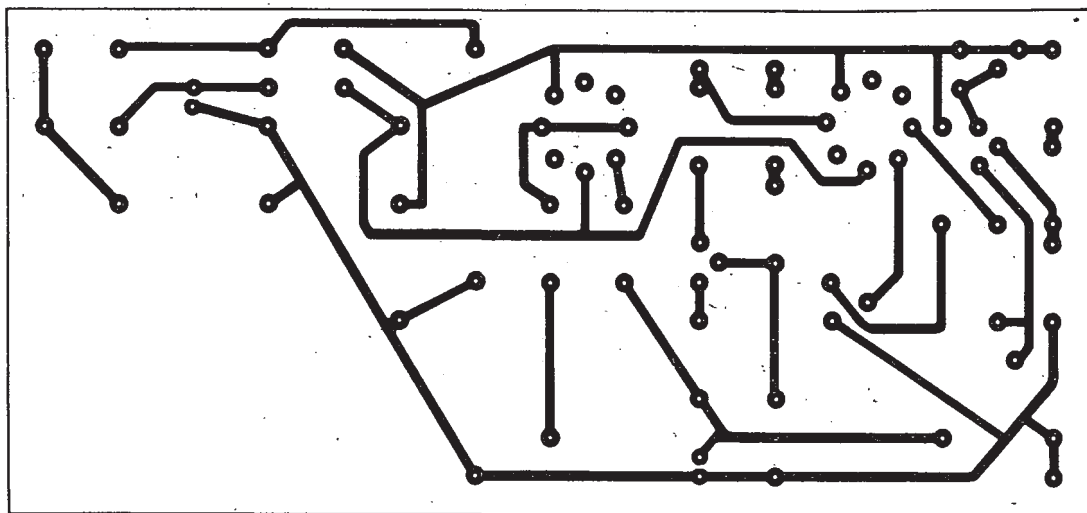
Pohled na přední panel hotového přístroje

odpory pak budou: 4,7 M Ω , 940 k Ω , 470 k Ω , 94 k Ω , 47 k Ω , 9,4 k Ω , 4,7 k Ω , 940 Ω , 470 Ω a 94 Ω . Rozsah měření lze ještě rozšířit i pro větší kapacity, ale považoval jsem to za zbytečné. Kapacity menší než 1 μF již nelze dobře měřit, protože větší odpor emitoru T_1 při daném napájecím napětí již nevyvolá potřebný efekt na vstupu operačního zesilovače. Kondenzátor C_2 zabraňuje rozkmitání T_1 .

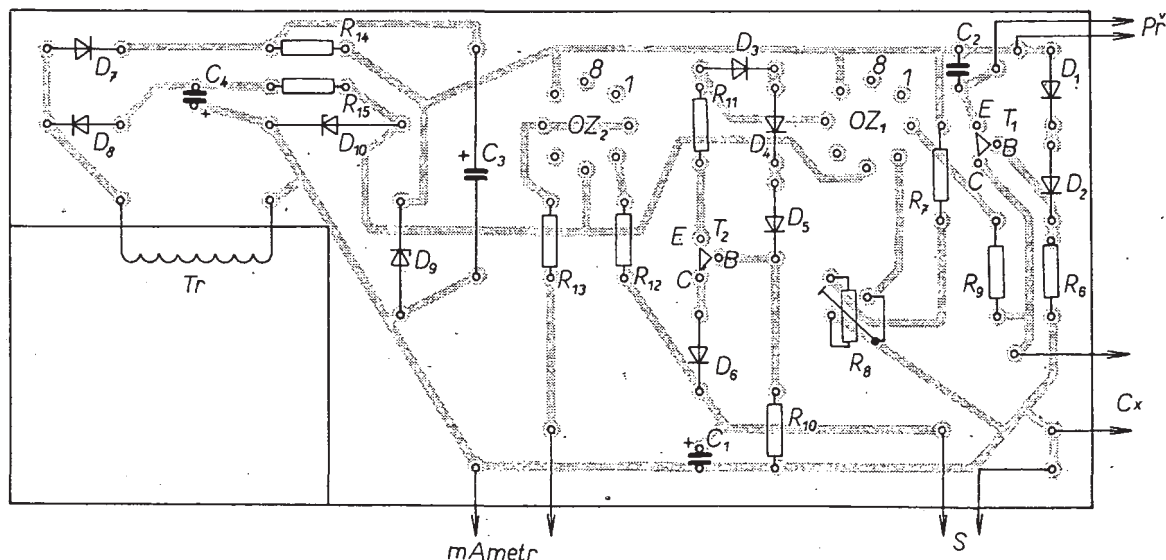
Zapojení různých provedení operačních zesilovačů typu 741 je uvedeno např. v ARB č. 4/1976 na str. 141.

Postup cejchování a měření

Kondenzátor, jehož kapacitu přesně známe (elektrolytický), připojíme ve správné polaritě ke svorkám; kontakty spínače S jsou sepnuty, přepínač je nastaven na odpovídající rozsah. Rozpojíme kontakty spínače S a ručka měřidla ukáže určitou výchylku. Spínač znovu sepneme, pootočíme trimrem R_8 a opakujeme měření. Tímto způsobem postupujeme tak dlouho, dokud měřidlo neukáže výchylku odpovídající známé kapacitě kondenzátoru. Tím je cejchování skončeno a pokud jsou odpory v obvodu přepínače přesné, budou ostatní rozsahy také přesné nastaveny. Hřídel trimru R_8 zajistíme proti otočení (např. lakem). Neznámé kondenzátory měříme obdobně; při jejich připojování



Obr. 3. Deska s plošnými spoji L22



Obr. 4. Rozmístění součástek na desce s plošnými spoji L22 (obr. je výjimečně kreslen ze strany spojů)

mají být kontakty spínače S sepnuty, aby se jejich případný náboj vybil. Měření opakujeme několikrát, aby se kondenzátor poněkud zformoval.

Pomocný kondenzátor C_1 , na němž měříme napětí, má být kvalitní, s malým svodovým proudem – nejlépe tantalový na provozní napětí 15 V. Měřidlo má mít plnou výchylku při proudu 1 mA.

Zdroj napájecího napětí podle obr. 2 je jednoduchý. Z jediného sekundárního vinutí s napětím asi 12 V vytvoříme symetrický zdroj ± 12 V. Stabilizace postačuje pouze stabilizační diodou, protože odebíraný proud je jen 4 až 5 mA. Transformátor může být s co nejmenším jádrem.

Všechny součástky včetně zdroje (kromě ručkového měřidla a ovládacích prvků) jsou na jedné desce (obr. 3) s plošnými spoji podle obr. 4, odpory jsou připájeny na přepínač. Pro integrované obvody byly použity objímky. Velikost celého přístroje je patrna z fotografie u titulku článku.

V zásadě by bylo možno použít místo obvodů 741 i typy MAA501 až 504, ale je třeba nastavit vnější kompenzaci.

Použité součástky

Odpory (není-li udáno jinak, typu TR 151 nebo TR 112a)

R_1	4,7 M Ω
R_2	0,47 M Ω
R_3	47 k Ω
R_4	4,7 k Ω
R_5	470 Ω

R_6	22 k Ω
R_7	0,1 M Ω
R_8	2,2 k Ω , TP 012
R_9	10 k Ω
R_{10}	220 Ω
R_{11}	33 k Ω
R_{12}	10 k Ω
R_{13}	1 k Ω
R_{14}	560 Ω
R_{15}	470 Ω

Kondenzátory

C_1	20 μ F, TE 154
C_2	10 nF, TK 782
C_3	200 μ F, TE 984
C_4	20 μ F, TE 004

Polovodičové součástky

D_1 až D_6	KA 501
D_7, D_{10}	KZZ75 (KZ724)
T_1, T_2	KF517
OZ1, OZ2	MAA741

Zpracováno podle článku, uveřejněného v časopisu Popular Electronic, October 1976

OVĚŘENO V REDAKCI

Měřič kapacit jsme v redakci postavili a pracoval skutečně „na první zapojení“. Měřicí odpory jsme vybírali s přesností ± 4 %, přesto jsme zjistili chybu měření až 12 %. Měření jsme však kontrolovali přístrojem TESLA BM 509, jehož přesnost je pro větší kapacity dostačující.

Na prvním měřicím rozsahu do 1 μ F nebyla při opakovaném měření výchylka přesně stejná (lišila se až o 5 %), což potvrzuje údaj autora, že přístroj není vhodný pro měření kapacit menších než 1 μ F.

Ke konstrukci lze ještě dodat, že na desce s plošnými spoji zbývá poměrně dost volného místa; deska by mohla být podstatně menší. Je ovšem otázka, zda by zmenšování rozměrů přístroje bylo účelné. Spínač S by bylo výhodné nahradit tlačítkem (Isostat) s jednou stálou polohou, čímž by se zjednodušila manipulace s přístrojem při měření (tlačítko by se stisklo při měření). V případě, že by bylo tlačítko umístěno na desce s plošnými spoji, zjednodušila by se i montáž. Zájemcům o stavbu přístroje doporučujeme ve shodě s názorem autora zvolit variantu s jemnějším odstupňováním rozsahů.

Měření s přístrojem je velmi snadné a pohodové a jestliže je konstruktér ochoten „obětovat“ k tomuto účelu dva integrované obvody MAA741, bude mít k dispozici přístroj, s nímž bude jistě spokojen.

Připomínáme čtenářům, že rozložení součástek na desce s plošnými spoji je u této konstrukce výjimečně nakresleno ze strany spojů – pozor proto, aby nedošlo k omylu!

Automatizovaný expoziční spínač

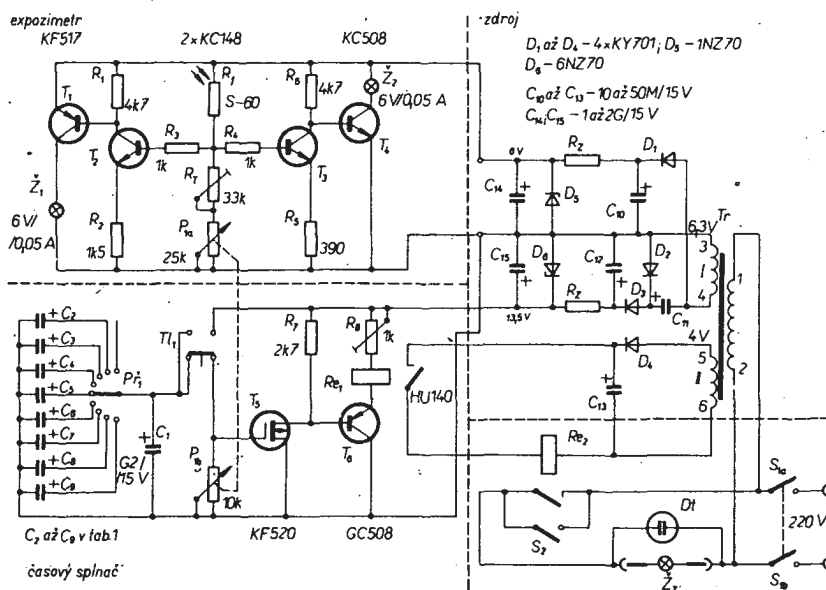
Petr Kocna

Při pozitivním procesu ve fotografii jsem se začal zabývat problémem zjednodušení a usnadnění práce s expozimetrem a časovým spínačem. Ani tovární přístroje, ani mnohé návody nespĺňovaly požadavky, které jsem si kladl. U expozimetru jsem chtěl vyloučit optickou indikaci měřicím přístrojem, jehož čtení je v temné komoře vždy poměrně obtížné. Kromě toho jsem požadoval vzájemné propojení expozimetru a časového spínače tak, aby se podle změřené expoziční doby automaticky nastavila tato expozice na časovém spínači. Nakonec jsem využil zapojení, které bylo popsáno v AR 3/1972 jako „Expozimetr bez měřidla“ a které bylo převzato z Toute l'Electronique č. 6/1969. Spojením tohoto expozimetru s časovým spínačem vznikl jednoduchý a levný automat pro zhotovování černobílých pozitivů, pracující v rozsahu od zlomků sekund do několika minut.

Základem zařízení je expozimetr s žárovkovou indikací. Žárovka s červeným krytem indikuje přeexpozici, žárovka se zeleným krytem podexpozici. Druhou částí přístroje je časový spínač. Celkové schéma přístroje je na obr. 1. Expozimetr používá čtyři tranzistory, přičemž v kolektorových obvodech T_1 a T_4 jsou indikační žárovky. Jestliže je na bázích T_2 a T_3 napětí určité velikosti, oba tranzistory T_1 a T_4 zůstávají nevodivé a indikační žárovky nesvítí. Zvětší-li se napětí na bázích T_2 a T_3 , otevře se tranzistor T_1 a rozsvítí se žárovka Z_1 . Zmenší-li se naopak napětí na obou bázích, zůstane T_4 uzavřen, ale T_1 se otevře a rozsvítí se žárovka Z_2 . Napětí na bázích je ovlivňováno použitým fotoelektrickým prvkem. Zatímco v původním zapojení byl použit fotoodpor, sledal jsem po mnoha zkouškách jako výhodnější selénový článek. Především proto, že jsem s dosažitelnými fotoodpory nedosáhl požadované citlivosti při malých intenzitách osvětlení, ale též proto, že jsem zjistil, že jeho napětová

závislost na intenzitě osvětlení je téměř lineární, zatímco odpor fotoodporu se při zvětšující se intenzitě osvětlení zmenšoval po hyperbole. Použil jsem selénový článek z NDR s typovým označením S 60, o němž jsem bohužel nezjistil bližší údaje. Článek má průměr asi 37 mm, což umožňuje měřit na větší ploše negativu, kterému ve své praxi dávám přednost, i když o jeho výhodnosti oproti měření bodovému jsou vedeny stále diskuse.

Napětí na bázích T_2 a T_3 se tedy mění podle osvětlení fotoelektrického prvku a je ho třeba vždy regulátorem P_1 nastavit tak, aby obě žárovky zhasly. Namísto stupnice na regulátoru – jak je uvedeno v AR 3/1976 – jsem spráhl potenciometr P_1 s potenciometrem, který v časovém spínači ovládá expoziční dobu. Ve sprážení obou regulátorů je největší problém celého zapojení, neboť je



Obr. 1. Celkové schéma zapojení