

- 72 -

TR221, TR16x, TR19x). Zásadně nesmíme použít drátem vinuté rezistory s velkou indukčností.

Vývody pro vyvažování napěťové nesymetrie č.5 a 6 u MAC111 fungují jako další citlivé vstupy komparátoru, kterými může pronikat dovnitř komparátoru rušení. Nejsou-li tyto vývody využívány, musíme je navzájem zkratovat. Je-li k těmto vývodům připojen vyvažovací potenciometr, připojíme k němu paralelně kondenzátor s kapacitou 2 až 10nF. Využívá-li se vývod č.5 k zavádění hystereze (viz obr.2.20), postačí k přemostění potenciometru kondenzátor s menší kapacitou (kolem 2nF).

Jestliže je v jednom pouzdru IO umístěno více komparátorů (např. u 8M339) a jestliže některé z nich nejsou využívány, je třeba jejich vývody navzájem zkratovat.

Zdroje signálů, určené ke komparaci, by měly mít nízký vnitřní odpor (do 200Ω). V opačném případě mohou vzniknout potíže se stabilitou.

K zamezení vzniku nežádoucích oscilací se doporučuje zavést hysterezi kolem komparační úrovně (několik mV). Hysterezi nezavádíme, má-li vstupní signál impulsní průběh s relativně krátkou dobou náběhu a poklesu a nehrozí-li tudíž nebezpečí "třesu" odezvy vlivem nasuperponovaného rušení.

Komparátory lze snadno zničit, překročíme-li jejich přípustné diferenční napětí (napětí mezi oběma vstupy) nebo přípustné vstupní napětí (napětí mezi libovolným vstupem a zemí). Toto nebezpečí hrozí např. při relativně velkých předem neznámých signálech. Pak se vyplatí vstupy chránit záchytými diodami (viz obr.2.3). Volíme rychlé typy, např. KA206, KA207 nebo dovažené 1N4148 apod.

K zvětšení rychlosti komparátoru nemáme mnoho prostředků. Pokud je to možné, nepoužíváme v obvodech s komparátorem diody. Pokud je musíme použít, nešetříme na rychlých typech. U komparátorů s koncovým tranzistorem s otevřeným kolektorem závisí rychlost odezvy na hodnotě odporu v obvodu kolektoru (viz str.62). Při jeho zmenšování sice roste rychlost, roste však i kolektorový proud a saturační napětí tranzistoru. U komparátorů MAC111, který má mezni rychlost

- 73 -

přeběhu asi 7V/μs, můžeme tuto rychlost zvětšit spojením vývodů č.5 a 6 pro nulování napěťové nesymetrie s kladným pólem napájení. Tím vzroste proud vstupního stupně a tím i rychlost komparátoru. Přesnost se však poněkud zhorší.

Další podrobnosti viz [1],[2], ARB3/89.

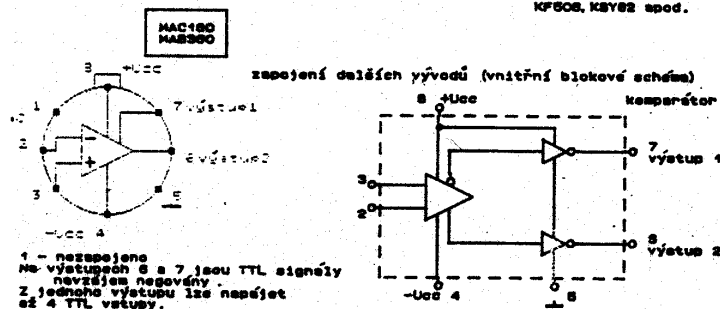
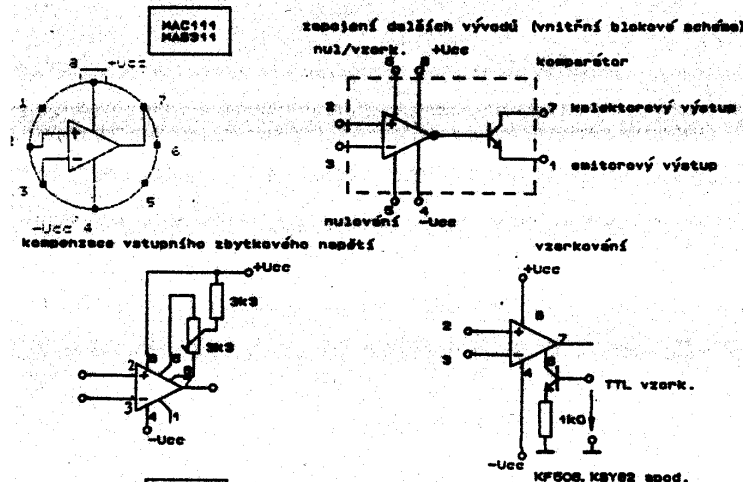
A. PŘEHLED ZÁKLADNÍCH TYPŮ INTEGROVANÝCH KOMPARÁTORŮ

komparátor	MAC111 MAB311	MAC160 MAB360	A110D B110D	8M339
charakter	přesný	velmi rychlý, TTL výstup	univerzální	přesný
napájecí napětí [V]	bipolární: $\pm(2.8-18)$ unipolární: 0.5 - 36	$\pm(4.5-8.5)$	-7 - +14 (typ. -6 +12)	$\pm(1-18)$ 0 až (2-36)
nap.proud z $+U_{CC}$ [mA]	3.2 5.1	18	5.0 5.5	0.8
nap.proud z $-U_{CC}$ [mA]	-2.1 -4.1	-9	-3.4 -3.7	-0.8
max.vst.napětí [V]	-15 až 15 ^{*)}	-8 až 8	-7 až 7	-0.3- 36 ^{**)}
max.vst.napětí diferenční [V]	-30 až 30	-5 až 5		36
výst.proud [mA]	50	20	10	18
výst.napětí H [V]	U_{CC}	3.1	3	U_{CC}
L [V]	0.6	0.25	-0.5	$-U_{CC} + 0.25V$
vst.klid.proud [mA]	80 <100	5000	8200 5100	25
vstupní napěťová nesymetrie [mV]	0.7 2	2	0.96 0.83	2
vst.proudová nesymetrie [nA]	2 4	500	700 400	5
zesílení	300000	-	1510 1720	200000
doba zpoždění [ns] ^{***)}	110	13	50	300-1300

*) platí pro $+U_{CC} = \pm 15V$; **) platí pro $-U_{CC} = 0V$

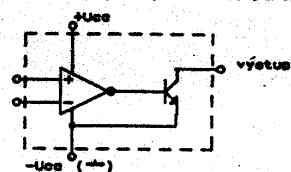
***) závisí na vstupním signálu

B. ZAPOJENÍ INTEGROVANÝCH KOMPARÁTORŮ



vývody 1, 5, 7, 8, 10, 12, 13, 14 neobsazeny

vnitřní zapojení jednoho komparátoru



2.2 Časovač typu 555

2.2.1 Popis součástky

([1], [4], [7], ARB3/78, 3/88, 2/89)

Tuto součástku vyrábí většina světových výrobců polovodičových součástek. Setkáme se s různými označeními, např. NE555, SE555, MC1555, SG555, RM555, LM555, nebo jen 555. Na našem trhu jsou dostupné typy μ E555, μ E555N a dvojitý μ 556D (dovoz z Rumunska), resp. B555D (NDR). Dále se vyrábí typ ICM7555, což je časovač vyrobený technologií CMOS se stejným zapojením patice jako klasický obvod 555.

Možnosti použití tohoto obvodu:

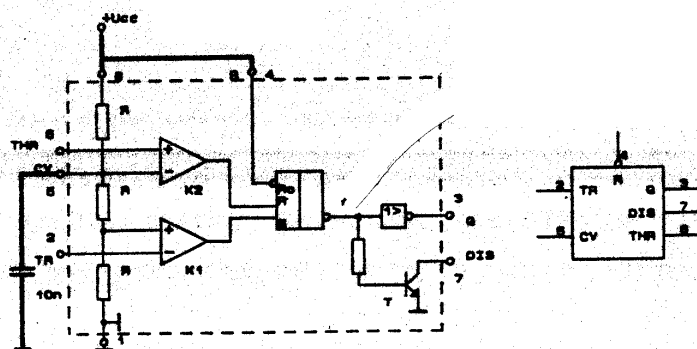
- monostabilní a astabilní klopné obvody
- generátory impulsních a tvarových kmitů
- časové spínače
- měniče napětí
- napětím řízené oscilátory (VCO)
- modulátory, demodulátory apod.

Další podrobnosti viz [7], ARB2/89.

Blokové schéma časovače je na obr. 2.21. Dělič napětí složený z tří rezistorů $R = 5k\Omega$ vytváří překlápecí úrovně napětí $1/3 U_{CC}$ a $2/3 U_{CC}$ pro komparátory K_1 a K_2 . Tyto úrovně lze změnit přivedením napětí na vstup CV (č. 5), čehož se využívá např. pro modulaci výstupního napětí. Dále můžeme tohoto vývodu použít, požadujeme-li velmi stabilní překlápecí úrovně a máme k dispozici napájecí zdroj s nedostatečnou stabilitou. Pak na vstup CV připojíme kvalitní zdroj referenčního napětí. Nepoužíváme-li tento vstup, je vhodné jej blokovat kapacitou o kapacitě cca $10nF$.

Výstupy komparátorů ovládají bistabilní klopný obvod, jehož výstup je připojen jednak k oddělovacímu zesilovači, jednak k tranzistoru T, jehož kolektor představuje vybijecí výstup. Klopný obvod je opatřen vstupem R. Připojením vstupu

- 76 -



Obr.2.21 Principiální schéma časovače 555 a jeho schématická značka

na nízkou úroveň (0,4V až 1V) dojde k "vynulování" časovače, tj. k poklesu výstupního napětí na nízkou úroveň. V běžném režimu spojujeme tento vývod s napájením $+U_{CC}$.

2.2.2 Aplikační zásady

([1], ARB3/78)

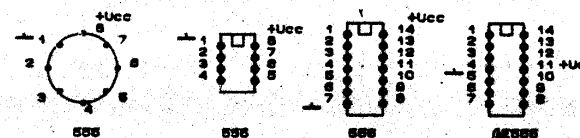
Časovač je nutno blokovat co nejblíže pouzdra na vývodu č.8 ($+U_{CC}$) kvalitním keramickým kondenzátorem 68nF. Vyplatí se přidat paralelně tantalový kondenzátor s kapacitou cca 10μF. Dále je časovač citlivý na pronikání rušení na vstupy komparátorů přes vývody č.2,5 a 6 (TR,CV,THR). Přívody k těmto vstupům musí být proto co nejkratší. Od vývodu č.2 (TR), k němuž je obvykle připojován pracovní kondenzátor, odkloníme na obou stranách desky plošného spoje zejména ty vodiče, kterými jdou signály vyznačující se velkými skokovými změnami. V náročných aplikacích chráníme tento bod odleptaným měděným prstencem spojeným se zemí, popř. na horní straně desky ponecháme pod pouzdrům časovače souvislou vrstvu mědi spojenou galvanicky se zemí.

Pro rozvody napájení a způsoby zemnění platí stejné zásady jako u operačních zesilovačů a komparátorů (str.36).

- 77 -

Ve většině aplikací se kolektor výstupního tranzistoru (vývod DIS) připojuje přes pracovní rezistor R_C k svorce U_{CC} . Zmenšováním R_C můžeme zvětšit strmost překlápění. Neměl by však být překročen maximální kolektorový proud 200mA. Při malých hodnotách R_C roste saturační napětí sepnutého tranzistoru, což může vést k neočekávaným efektům.

Výstupní napětí v astabilním režimu se vyznačuje rušivými zámkami. Jsou-li na závadu, odstraní se jednoduchým omezovačem se spínacím tranzistorem (např. KSY71).



typ časovače →	NE555	NE558	SE555
zcc	1	7	4
spouštěcí vstup	2	6,8	9
výstup	3	5,9	6
nulovací vstup	4	4,10	7
řídící vstup	5	3,11	8
vstup prahového napětí	6	2,12	5
vybíjecí vstup	7	1,13	10
napájení	8	14	11

Napájecí napětí	4,5V až 16V
Odběr proudu	3mA až 6mA při $U_{CC}=5V$ 10mA až 15mA při $U_{CC}=15V$
Prahové napětí (na vývodu 5)	$2/3 U_{CC}$; lze nastavit i z vnějšku: 2,6V až 4V při $U_{CC}=5V$ 9V až 11V při $U_{CC}=15V$
Výstupní napětí (na vývodu 3)	0,1V až 2,5V při $U_{CC}=15V$
Nulovací napětí (na vývodu 4)	0,4V až 1V (typicky 0,7V)
Výstupní proud (výstup log.1)	až 200mA

Obr.2.22 Rozložení vývodů (pohled shora) a základní elektrické parametry časovače

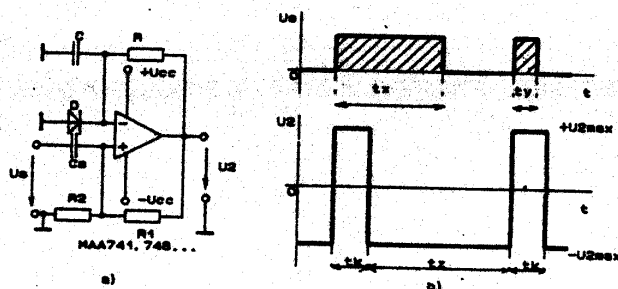
2.3 Aplikace operačních zesilovačů, komparátorů a časovačů

2.3.1 Monostabilní klopné obvody (MKO)

([4], [5], [6], [7], ARB3/78, 6/82, 3/85, 2/89, 3/89)

S operačními zesilovači, komparátory a časovači lze vytvořit velmi přesné MKO, jejichž parametry jsou řádově méně závislé na vnějších vlivech (teplotě apod.) než klopné obvody s tranzistory.

Na obr.2.23 je MKO s OZ včetně časových průběhů. MKO má



Obr.2.23 a) MKO s operačním zesilovačem, b) časové průběhy

v stabilním stavu na výstupu úroveň $-U_{2max}$ (saturační napětí OZ), spouští se kladným impulsem U_s (nástupnou hranou). Doba trvání metastabilního stavu t_k nezávisí na délce impulsu t_x (resp. t_y).

Po zpětném překlopení do stabilního stavu obvod potřebuje určitý čas - tzv. dobu zotavení t_z k obnovení schopnosti reagovat na další spouštěcí impuls.

Obvod se spouští kladným vstupním impulsem o minimální velikosti

$$U_s > \frac{R_2}{R_1 + R_2} U_{2max} - U_D \quad (2.1)$$

$U_{2max} = U_{cc} - 1V$ (saturační úroveň OZ), $U_D = 0,6V$ (napětí na diodě).

Při nízkých hodnotách R_2 , kdy U_s vychází záporné, ne-

pracuje obvod jako MKO, nýbrž vytváří periodické kmity. Doporučujeme volit

$$R_1 > 4R_2 > 3k\Omega \text{ a současně } R_2 < 100k\Omega$$

při současném splnění $U_s > 0$ podle (2.1).

Vzorce pro délku výstupního impulsu t_k a dobu zotavení t_z :

$$t_k = RC \ln \frac{U_{2max} + U_D}{U_{2max} R_1 / (R_1 + R_2)} \approx RC \ln(1 + R_2/R_1) \quad (2.2)$$

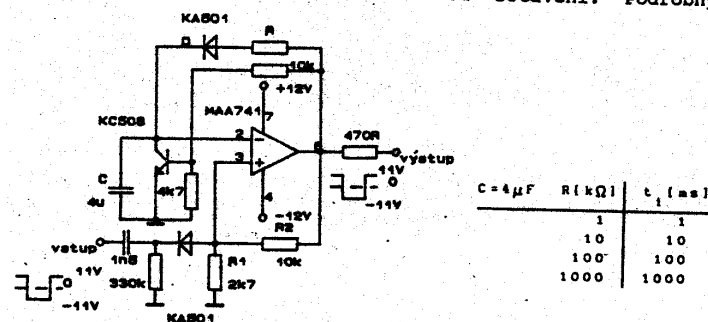
$$t_z = RC \ln \left\{ \frac{(R_1 + 2R_2)/(R_1 + R_2)}{1 - U_D/U_{2max}} \right\} \approx RC \ln \frac{R_1 + 2R_2}{R_1 + R_2} \quad (2.3)$$

Přibližné vztahy platí pro případ $U_D < U_{2max}$. Doba zotavení vychází poměrně dlouhá - dvakrát až čtyřikrát delší než doba impulsu t_k , což může být v některých aplikacích nevýhodné.

Kapacitu oddělovacího kapacitoru C_s volíme tak, aby platilo

$$C_s \ll C R/R_2 \quad (2.4)$$

Lepších výsledků lze dosáhnout v zapojení podle obr. 2.24, což je přesný MKO s krátkou dobou zotavení. Podrobný



Obr.2.24 Přesný MKO s krátkou dobou zotavení

popis je uveden v [6], str.316. Délka impulsu t_k je dána s