

TECHNICKÉ ZPRÁVY  
INTEGROVANÉ OBVODY

PŘÍKLADY POUŽITÍ  
INTEGROVANÝCH STABILIZA-  
TORŮ NAPĚTÍ  
MAA723, MAA723H

1976

**TESLA ROŽNOV**  
národní podnik  
ROŽNOV POD RADHOŠTĚM

Publikaci zpracovali:  
Ing. František Hrubý  
Ing. Ludvík Machalík

## OBSAH :

	Strana
1. Úvod	7
2. Popis a činnost stabilizátoru napětí MAA723, MAA723H	9
2.1 Funkční vlastnosti	9
2.2 Elektrické vlastnosti	10
2.3 Definice elektrických parametrů a jejich hodnocení	11
2.4 Charakteristiky stabilizátorů MAA723, MAA723H	16
2.5 Základní funkční použití	21
3. Příklady použití integrovaného obvodu MAA723, MAA723H	24
3.1 Stabilizátor napětí $+2 \dots +7$ V	24
3.2 Stabilizátor napětí $+7 \dots +37$ V	24
3.3 Stabilizátor nízkého napětí pro větší proudy 5V/0,6 A	25
3.4 Stabilizátor napětí 15 V/2 A	26
3.5 Stabilizátor s nastaveným omezením výstupního proudu	26
3.6 Stabilizátor s omezením výstupního proudu a dálkovým ovládním	27
3.7 Dvojitý souměrný stabilizátor napětí $\pm 15$ V	27
3.8 Stabilizátor napětí $+100$ V	29
3.9 Stabilizátor napětí $-100$ V	29
3.10 Stabilizátor napětí $-15$ V	30
3.11 Paralelní napěťový regulátor (shunt regler)	30
3.12 Stabilizovaný výkonový zdroj	31
3.13 Tvarovač stabilizovaného napětí	33
3.14 Modulátor výstupního napětí	33
3.15 Regulovaný stabilizovaný zdroj	34
4. Závěr	37
Seznam použité literatury	37

## PRÍLOHA

Katalogový list přesného stabilizátoru napětí  
MAA723, MAA723H

39

Pro dodávky nezávazné!

Všechna práva, zvláště právo překladu do cizích řečí, vyhrazeno. Přetiskování a fotomechanické rozmnožování dovoleno jen s výslovným svolením vydavatele.  
© TESLA ROŽNOV, n. p., DPS, ROŽNOV POD RADHOŠTEM, CSSR, 1976.

## 1. ÚVOD :

Stabilizátor napětí je jedním z nejpoužívanějších elektrických obvodů v elektronice. Prakticky všechny elektrické obvody potřebují ke své funkci zdroj napájecího napětí, při čemž v mnohých případech je nutno, aby napájecí napětí bylo stabilizované. Regulatory napětí, realizované z diskrétních součástek, i přes svou poměrnou složitost konstrukce mívají různé nedostatky — malou přesnost regulace, velký teplotní drift, malou účinnost a špatnou dlouhodobou stabilitu.

Rozvoj monolitických integrovaných obvodů tyto nedostatky řeší. V současné době jsou k dispozici monolitické napěťové stabilizátory, které odstraňují výše uvedené nedostatky. Jedním z nejrozšířenějších typů stabilizátorů napětí je typ MAA723, MAA723H.

Stabilizátor napětí MAA723, MAA723H je lineární monolitický integrovaný obvod, určený ke stabilizaci napětí pro přístroje a zařízení, pro napájení digitálních i lineárních elektronických obvodů, především tam, kde jsou kladeny vysoké požadavky na přesnost a stálost stabilizovaného napětí.

Mezi základní charakteristické vlastnosti obvodu MAA723, MAA723H, patří:

- velká přesnost regulace a stálost výstupního (stabilizovaného) napětí,
- možnost nastavení stabilizovaného napětí,
- malá vlastní spotřeba výkonu,
- velmi malý teplotní drift stabilizovaného napětí.

Integrovaný obvod MAA723, MAA723H, se vyrábí planární epitaxní technologií na monokrystalu křemíku vodivosti p. Systém integrovaného obvodu obsahuje 15 bipolárních tranzistorů, 1 polem řízený tranzistor, 2 Zenerovy diody, 1 kondenzátor a 16 odporů na společné podložce (substrátu) o rozměrech  $1,35 \times 1,35$  mm.

Z hlediska funkce obsahuje stabilizátor MAA723, MAA723H teplotně kompenzovaný zdroj a zesilovač referenčního napětí, zesilovač regulační odchylky, regulovaný koncový tranzistor a obvod pro omezení výstupního proudu.

## 2. POPIS A ČINNOST STABILIZATORU NAPĚTÍ MAA723, MAA723H

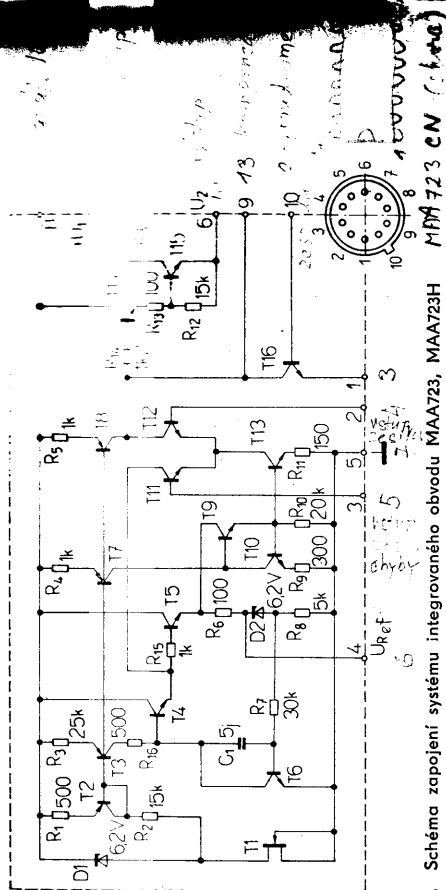
### 2.1 Funkční vlastnosti

Tranzistory  $T_1$ ,  $T_2$ , dioda  $D_1$  a odpory  $R_1$ ,  $R_2$  slouží jako zdroj bázevého proudu pro tranzistory  $T_3$ ,  $T_7$  a  $T_8$ . Tranzistor  $T_1$  je polem řízený tranzistor s kandelém typu n a pracuje na principu napětového ovládní šířky ochuzené oblasti přechodu pn. Důvodem pro použití polem řízeného tranzistoru byla potřeba zajistit konstantní proud pro Zenerovu diodu  $D_1$  ve velmi širokém rozsahu změny vstupního napájecího napětí. Vlivem tohoto opatření je možno zajistit velmi dobrou stabilitu referenčního napětí v širokém rozsahu změny vstupního napájecího napětí.

Druhým významným výsledkem použití polem řízeného tranzistoru ve funkci omezovače proudu je snížení vysoké ztráty, neboť proud přes Zenerovu diodu zůstává konstantní ve velkém rozsahu změny vstupního napájecího napětí. Za těchto podmínek vytváří Zenerova dioda konstantní napětí pro bázi tranzistoru  $T_2$ . Zenerova dioda  $D_2$  je součástí zpětnovazebního zesilovače, sestávajícího z tranzistorů  $T_3$ ,  $T_4$ ,  $T_5$ ,  $T_6$ . Tranzistor  $T_6$  pracuje jako napětový zesilovač do tzv. aktivní zátěže, kterou tvoří tranzistor  $T_3$ .

Tímto zapojením je dosaženo mimořádně velkého napětového zesílení v jednom zesilovacím stupni. Tranzistor  $T_3$  pracuje jako zdroj proudu pro tranzistory  $T_4$  a  $T_5$  v Darlingtonově zapojení. Pomocí zpětnovazebního zesilovače a Darlingtonova zapojení má zdroj referenčního napětí velmi malou výstupní impedanci. Potřebná kmitočtová kompenzace je realizována kapacitou typu MOS, vloženou mezi kolektor a bázi tranzistoru  $T_6$ . Referenční napětí, vztaheno k zápornému pólu napájecího napětí, má hodnotu  $U_R = 6,95 \dots 7,35$  V.

Chybový zesilovač tvoří tranzistory  $T_7$  až  $T_{14}$ . Zdrojem emitorového proudu pro rozdílový zesilovač stupeň s tranzistorem  $T_{11}$  a  $T_{12}$  je tranzistor  $T_{13}$ , jehož režim je řízen obvodem s tranzistorem  $T_7$ ,  $T_9$  a  $T_{10}$ . Tranzistor  $T_8$  pracuje ve funkci aktivní zátěže pro invertující větev rozdílového zesilovače. Toto řešení vede k podstatnému zlepšení napájecí i zátěžové regulace. Kmitočtová stabilita se zajišťuje zapojením kondenzátoru o hodnotě 100 pF mezi kolektorem a bází tranzistoru  $T_{12}$  v invertující větvi rozdílového zesilovače, nebo zapojením kondenzátoru větší hodnoty (1000 pF) mezi kolektor tranzistoru  $T_{12}$  a záporný pól napájecího napětí. Použijí-li se větší tranzistory pro zvýšení výstupního výkonu, musí se tyto kapacity zvětšit.



Obr. 1. Schéma zapojení systému integrovaného obvodu MAA723, MAA723H

Označení a charakteristiky vývodů: (platí při pohledu zespodu)

- 1 — proudová kontrola (10)
- 2 — invertující vstup (1)
- 3 — neinvertující vstup (5)
- 4 — referenční napětí  $U_R$  (6)
- 5 — záporný pól napájecího napětí (zem) (7)
- 6 — výstupní stabilizované napětí (10)
- 7 — napájení výstupního tranzistoru +  $U_C$  (11)
- 8 — vstupní nestabilizované napětí (+ pól) (12)
- 9 — kmitočtová kompenzace (2)
- 10 — proudové omezení (3)

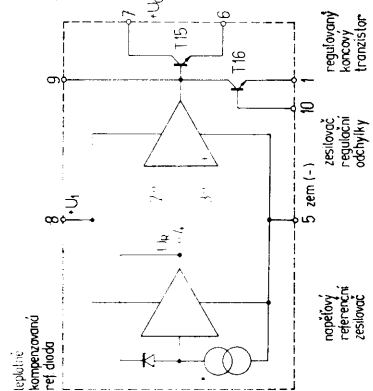
Schéma zapojení systému obvodu MAA723, MAA723H je na obr. 1, ze kterého je zřejmé, že:

— Vnitřní zdroj referenčního napětí je oddělen od dalších obvodů — je samostatně vyveden (vývod 4), a to umožňuje jeho využití v různých variantách zapojení.

— Dva vstupy chybového zesilovače dovolují další rozšíření použití stabilizátoru — jako zdroje nízkého napětí (2...7 V), nebo zdroje vyššího napětí (7...37 V) — obou polarit (vývody 2 a 3).

— Kolektor vnitřního výkonového tranzistoru je oddělen od napájení ostatních obvodů (vývod 7) a může být napájen z jiného zdroje.

Funkční blokové schéma systému integrovaného obvodu MAA723, MAA723H je na obr. 2.

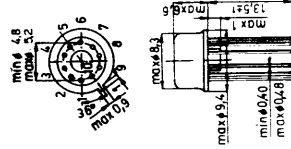


Obr. 2. Funkční blokové schéma integrovaného obvodu MAA723, MAA723H

Tranzistor  $T_{14}$  ve funkci emitorového sledovače slouží k oddělení koncového výkonového tranzistoru  $T_{15}$  od rozdílového zesilovače. Výkonový tranzistor je řešen jako vícenásobný — má několik emitorových oblastí. Výsledkem tohoto řešení je zmenšení proudové hustoty emitorového proudu a tím zajištění dostatečně velkého proudového zesílení i při větších kolektorových proudtech. K jednotlivým emitorům jsou zatuzeny do série emitorové odpory, které zaručují rovnoměrné rozdělení emitorového proudu a současně i teplotní stabilizaci kolektorového proudu. Emitorové odpory jsou vlastně paralelně zapojeny, proto je výsledný emitorový odpor dostatečně malý. Tato konstrukce tranzistoru jej chrání před zničením a zajišťuje odolnost proti druhému průrazu.

Tranzistor  $T_{16}$  slouží k zajištění proudového omezení výstupního napětí. Úroveň omezení závisí na volbě odporu, který se vkládá do série s emitorem výkonového tranzistoru. Tranzistor  $T_{16}$  je připojen bázi k emitoru výstupního výkonového tranzistoru a emitorem na omezovací odpor. Proudové omezení nastává, jakmile napětí na omezovacím odporu dosáhne hodnoty větší 0,65 V.

Integrovaný obvod MAA723, MAA723H je zapouzdřen do kovového pouzdra TO-5 s 10 vývody (viz. obr. 3 — Hlavní rozměry a zapojení vývodů MAA723, MAA723H).



Obr. 3. Hlavní rozměry pouzdra a zapojení vývodů MAA723, MAA723H

## 2.2 Elektrické vlastnosti

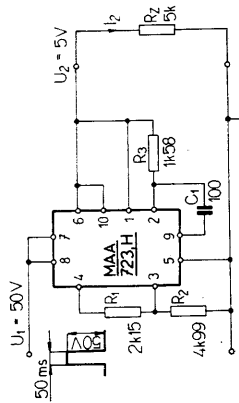
Hlavní parametry stabilizátoru napětí MAA723, MAA723H zaručované výrobcem, jsou uvedeny v katalogovém listu v příloze této publikace.

## 2.3 Definice elektrických parametrů a jejich hodnocení

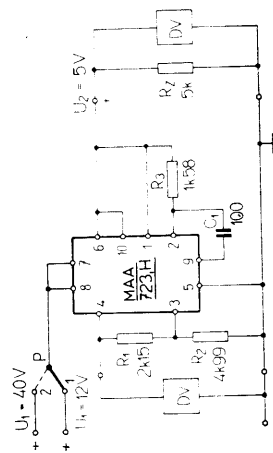
Při měření a hodnocení elektrických parametrů je nutno dodržet podmínky funkčního zapojení integrovaného obvodu MAA723, MAA723H, především způsob zapojení a hodnoty součástek s požadovanou přesností ( $\pm 1\%$ ). Nebudou-li dodrženy podmínky měření, nemusí se naměřené hodnoty shodovat s publikovanými hodnotami v katalogovém listu.

Definice elektrických parametrů:

$U_{1 imp}$  — max. impulsní vstupní napětí — je nejvýše přípustná špičková hodnota napětí, které může být přivedeno na vstupní svorky (vývody 7 a 8). Odolnost vůči zatížení vstupním napětím se zkouší v zapojení podle obr. 4 napětovým impulsem 50 V po dobu 50 ms.



Obr. 4. Zapojení pro měření odolnosti vůči zatížení vstupním napětím



Obr. 5. Zapojení pro měření vstupních napětí a referenčního napětí

$U_1$  — rozsah vstupního napětí — udává rozmezí trvalých napájecích napětí, při kterých může stabilizátor pracovat. Ověřuje se v zapojení podle obr. 5 současně při měření  $\Delta U_2$  při změně  $U_1 = 12 \dots 40$  V.

$U_2$  — rozsah výstupního napětí — udává rozsah stabilizovaných napětí, která lze nastavit na výstupu stabilizátoru. Hodnotí se v zapojení při různých provozních podmínkách podle obr. 5, 6, 8, 9 a 10.

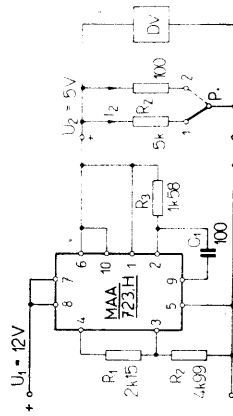
$\Delta U_2$  — změna výstupního stabilizovaného napětí při změně vstupního napětí  $U_1$  — „regulace napájení“ — je změna výstupního napětí  $U_2$  při určité změně vstupního napětí  $U_1$ .

Měří se číslicovým voltmetrem s přesností na 1 mV v zapojení podle obr. 5.

Měření tohoto parametru lze realizovat také tak, že se na vstup stabilizátoru připojí stejnosměrné napětí modulované střídavým (sinusovým) signálem ( $f \leq 1$  kHz) s napětím od 12 do 40 V a na výstupu stabilizátoru se měří hodnota střídavé složky (špička — špička). Naměřené hodnoty musí být v souladu s měřením pomocí číslicového voltmetru.

$\Delta U_2$  — změna výstupního stabilizovaného napětí při změně výstupního (zatěžovacího) proudu — „regulace zátěže“ — je procentuální změna výstupního napětí  $U_2$  pro určitou změnu zatěžovacího proudu  $I_2$ .

Měří se v zapojení podle obr. 6 při změně výstupního proudu  $\Delta I_2$  z 1 mA na 50 mA, což odpovídá změně zatěžovacího odporu  $R_z$  z 5 k $\Omega$  na 100  $\Omega$ . Výstupní napětí se měří číslicovým voltmetrem. Měření je možno realizovat také podobným způsobem jako v předěším odstavci — převedením uvedených změn na střídavé veličiny.

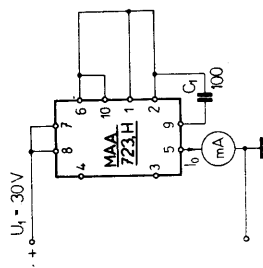


Obr. 6. Zapojení pro měření rozsahu vstupních napětí a jeho změny při změně zátěže

$U_R$  — referenční napětí — je napětí na výstupu referenčního zesilovače (na vývodu 4), vztažené k zápornému pólu napájecího napětí při zatížení děličem  $R_1$ ,  $R_2$ , tj. proudem  $I_R = 1$  mA. Měří se v zapojení podle obr. 5 číslicovým voltmetrem s přesností na jednotky mV.

$I_0$  — klidový proud — určuje vlastní proudovou spotřebu (odběr ze zdroje napájecího napětí), kdy výstup i zdroj referenčního napětí jsou bez zatížení.

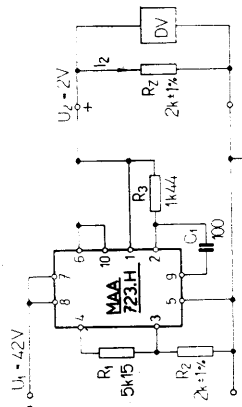
Lze měřit buďto přímo připojeným miliampérmetrem v zapojení podle obr. 7, nebo místo měřidla zařadit odpor ( $R \leq 100 \Omega$ ) a proud určit z úbytku napětí na tomto odporu.



Obr. 7. Zapojení pro měření klidového proudu

$(U_1 - U_2)$  rozdíl mezi vstupním a výstupním napětím — určuje rozsah napětového rozdílu mezi vstupním napájecím a výstupním stabilizovaným napětím, při kterém stabilizátor MAA723, MAA723H spolehlivě pracuje.

Měří se v zapojení podle obr. 8, při vstupním napětí  $U_1 = 42$  V a na výstupu se odečítá napětí číslicovým voltmetrem, které má být  $U_2 = 2$  V  $\pm 5$  %, tj. minimální výstupní napětí. Rozdíl hodnot  $(U_1 - U_2)$  udává pak maximální mezní hodnotu.

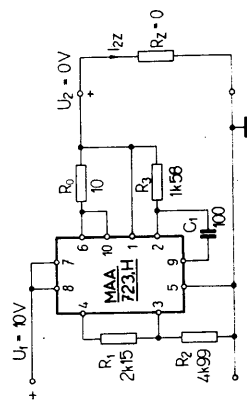


Obr. 8. Zapojení pro měření maximálního rozdílu  $U_1 - U_2$  při  $U_1$  max

Minimální rozdílní napětí  $(U_1 - U_2)$  se měří v zapojení podle obr. 9. Při vstupním napětí  $U_1 = 9,5$  V musí být výstupní napětí  $U_2 = 6,5$  V  $\pm 5$  %. Rozdíl hodnot  $(U_1 - U_2)$  udává pak minimální mezní hodnotu.

— omezení proudu (proudová limitace) — je definováno jako výstupní proud stabilizátoru s výstupem nakrátko (k zápornému pólu napájení).

Měří se v zapojení podle obr. 11. Výstupní zkratový proud se určí z úbytku napětí na odporu R, který musí mít dostatečně malou hodnotu ( $R \leq 1 \Omega$ ). Připojením odporu  $R_0 = 10 \Omega$  je zajištěno omezení výstupního proudu na hodnotu  $I_{z\beta} = 65 \text{ mA}$ .



Obr. 11. Zapojení pro měření omezení proudu a zkratového proudu

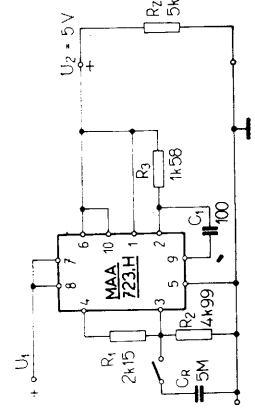
p — potlačení zvlnění — je definováno jako poměr mezi zvlněním vstupního napětí  $U_1$  (špička — špička) a zvlněním výstupního napětí  $U_2$  (špička — špička) v zapojení podle obr. 12 v kmitočtovém pásmu 50 Hz až 10 kHz, a to s odpojeným nebo připojeným  $C_R$ .

Postup měření:

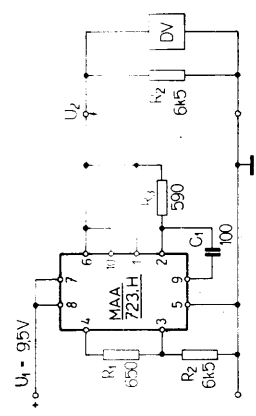
Nastaví se stejnosměrné vstupní napětí  $U_1 = 16 \text{ V}$ , které se moduluje sinusovým signálem  $U_{\beta\beta} = 28 \text{ V}$ . Na výstupu se po zesílení měří mezivrcholová hodnota střídavé složky a hodnota potlačení zvlnění se vypočte ze vzorce

$$p = 20 \log \frac{U_1 \text{ (špička — špička)}}{U_2 \text{ (špička — špička)}} \text{ [dB]}$$

Hodnota zvlnění p se měří na těchto kmitočtech: 50 Hz, 100 Hz, 200 Hz, 1 kHz, 5 kHz a 10 kHz.



Obr. 12. Zapojení pro měření potlačení zvlnění



Obr. 9. Zapojení pro měření minimálního rozdílu  $U_1 - U_2$  při  $U_1 \text{ min}$

Maximální hodnota výstupního napětí  $U_2$  se měří v zapojení podle obr. 10. Při vstupním napětí  $U_1 = 42 \text{ V}$  musí být hodnota  $U_2 = 37 \text{ V} \pm 5 \%$ .

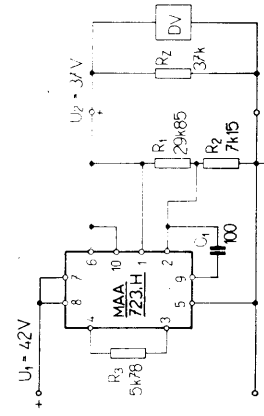
Pro daná zapojení platí podmínky:

$$U_2 = U_R \cdot \frac{R_1 + R_2}{R_2}$$

$$R_3 = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

podmínka pro zajištění minimálního teplotního driftu

Výstupní napětí  $U_2$  se kontroluje číslicovým voltmetrem.



Obr. 10. Zapojení pro měření minimálního rozdílu  $U_1 - U_2$  při  $U_1 \text{ max}$

$T_K$  — teplotní koeficient výstupního stabilizovaného napětí udává procentuální změnu výstupního napětí ( $\% / ^\circ\text{C}$ ) vlivem změny teploty okolí v daném teplotním rozmezí.

Měří se v zapojeních podle obr. 5 a 6 alespoň ve třech bodech daného teplotního rozmezí; při teplotách  $-55^\circ\text{C}$ ,  $+25^\circ\text{C}$ ,  $+125^\circ\text{C}$ ; při změnách vstupního napětí  $U_1$  ze 12 V na 15 V, popřípadě změnách výstupního proudu  $I_2$  z 1 mA na 50 mA.

S - dlouhodobá stabilita - je stanovena jako procentuální změna výstupního stabilizovaného napětí  $U_2$  za 1000 hodin určitého provozu.

$U_N$  - šumové napětí - efektivní hodnota výstupního šumového napětí. Měří se v zapojení podle obr. 12 v kmitočtovém pásmu 100 Hz až 10 kHz, a to s odpojeným nebo připojeným kondenzátorem Cr. Vstupní napětí musí být bez zvlínění.

#### 2.4 Charakteristiky stabilizátoru MAA723, MAA723H

Charakteristiky a závislosti nejdůležitějších parametrů jsou uvedeny na obr. 13 až 22. Významným údajem pro použití obvodů MAA723, MAA723H je závislost dovoleného zatěžovacího proudu  $I_2$  na rozdílu napětí  $U_1 - U_2$ , které jsou na obr. 13a, 13b.

Při zpracování tohoto grafu se vycházelo z teplotní závislosti ztrátového výkonu na obr. 14, ze které je zřejmé, jak dovolená výkonová ztráta stabilizátoru závisí na teplotě okolí  $\theta_a$ .

Mezi základní charakteristiky obvodu MAA723, MAA723H patří závislost změn výstupního stabilizovaného napětí na změnách vstupního napájecího napětí (viz obr. 15). Nejlepší regulace stabilizovaného napětí se dosahuje, je-li rozdílné vstupního a výstupního napětí  $U_1 - U_2$  mezi 10 až 30 V. Při menších i větších rozdílech napětí  $U_1 - U_2$  dochází ke zhoršování regulačních vlastností stabilizátoru.

Další důležitou charakteristikou stabilizátoru je závislost změn výstupního napětí na hodnotě výstupního proudu, t. j. regulace v závislosti na zátěži (viz omezení proudu), která je na obr. 16.

Regulace stabilizovaného napětí závisí také na rozdílu napětí  $U_1 - U_2$ , jak je znázorněno na obr. 17. Se vzrůstajícím rozdílem napětí se stabilizace zhoršuje.

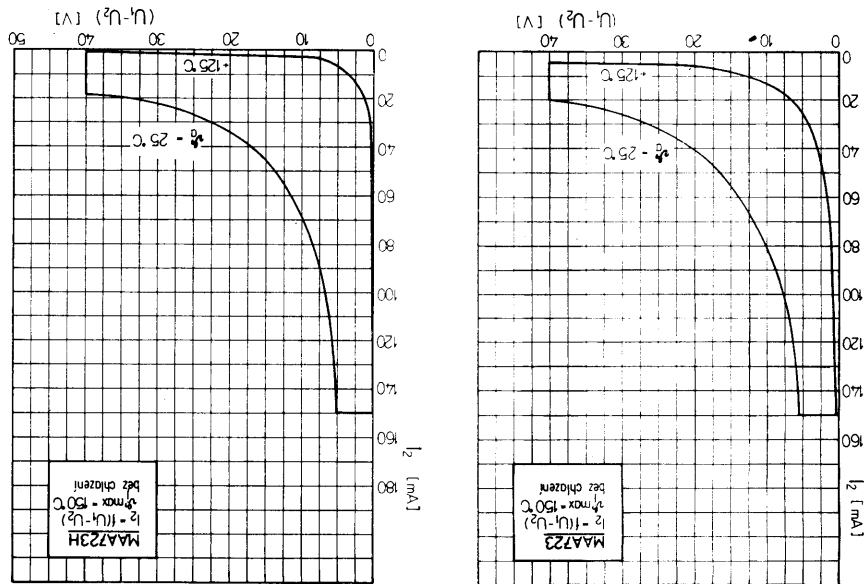
Jestliže je požadováno omezení výstupního proudu, účinnost stabilizace se poněkud zhoršuje, jak je zřejmé z obr. 18, ze kterého lze určit i vliv teploty okolí. Charakteristiky proudového omezení pro odpor  $R_0 = 10 \Omega$  a jejich teplotní závislosti jsou na obr. 19.

Závislosti omezacího proudu na teplotě přechodu pro různé omezací (limitační) odpory  $R_0$  jsou znázorněny na obr. 20.

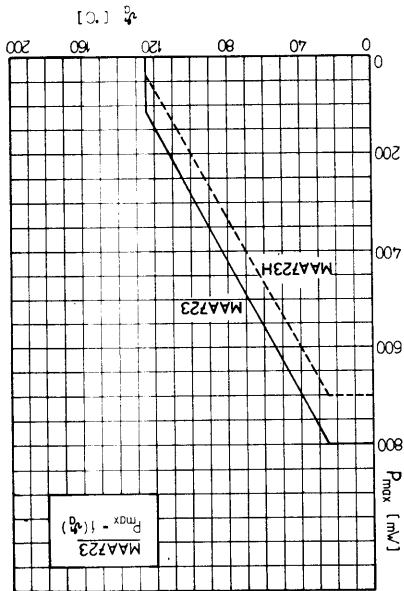
Obrázek 21 znázorňuje příčinu velkých změn omezujícího proudu v závislosti na teplotě - vlivem velké teplotní závislosti omezacího napětí  $U_0$ .

Na obr. 22 je uvedena závislost klidového proudu (odběru) na napájecím vstupním napětí  $U_1$ . Z grafu je zřejmé, že ani při vyšších napětích nedochází k většímu zvýšení klidového proudu  $I_0$ , protože se na něm převážně podílí proud tranzistoru  $T_1$  (viz obr. 1).

Obr. 13. Závislost výstupního proudu  $I_2$  na rozdílu napětí  $U_1 - U_2$ , s ohledem na přípustnou hodnotu  $P_{max}$  pro různé teploty okolí  $\theta_a$

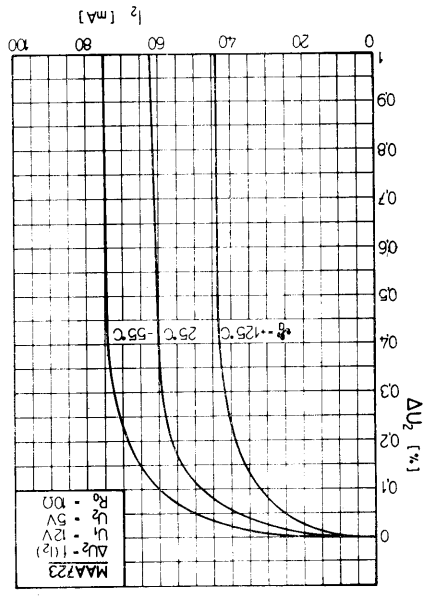


Obr. 14. Závislost ztrátového výkonu  $P_{max}$  na teplotě okolí  $\theta_a$

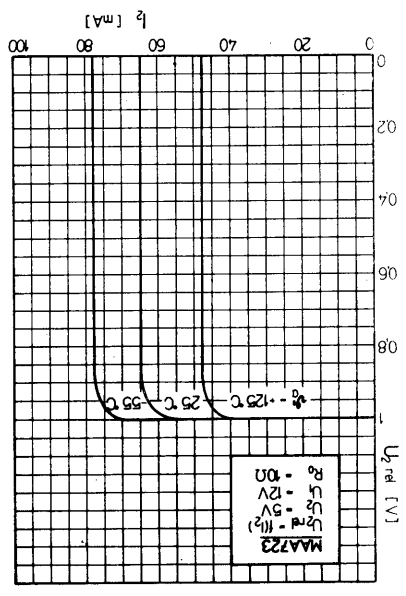




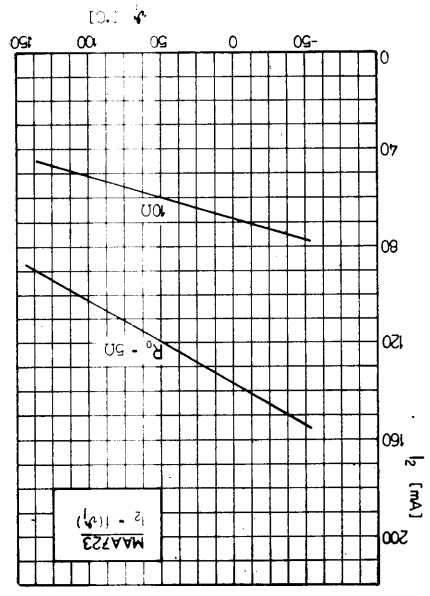
Obr. 18. Závislost změny výstupního napětí  $\Delta U_2$  na zatěžovacím proudu při různých teplotách okolí  $\theta_a$



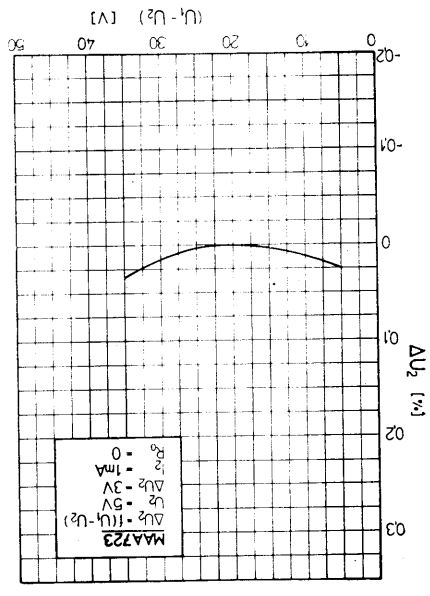
Obr. 19. Charakteristiky proudového omezení pro různé teploty  $\theta_a$



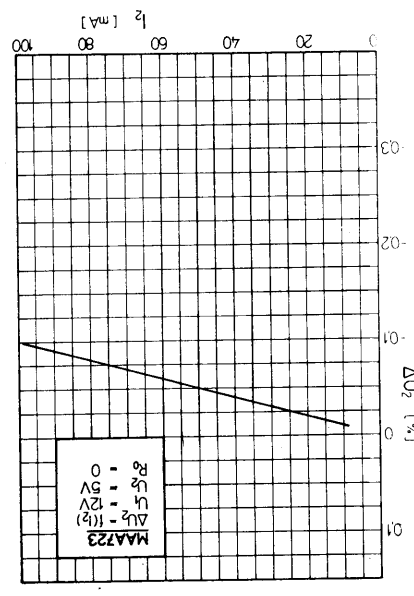
Obr. 20. Závislosti omezujevacího proudu na teplotě přechodu  $\theta_j$  pro různé omezujevací odpory  $R_0$



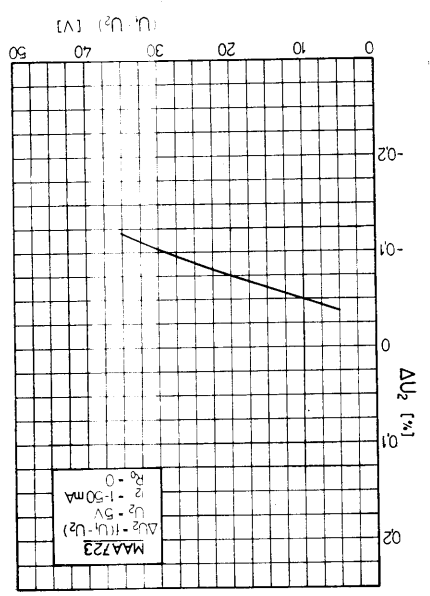
Obr. 15. Závislost změny výstupního napětí  $\Delta U_2$  na rozdílů  $U_1 - U_2$



Obr. 16. Závislost změny výstupního napětí  $\Delta U_2$  na výstupním proudu  $I_2$

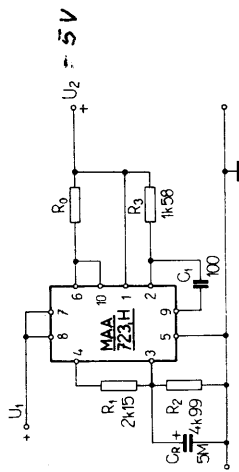


Obr. 17. Závislost změny výstupního napětí  $\Delta U_2$  na rozdílů  $U_1 - U_2$



## 2.5 Základní funkční použití

Vzhledem k vynikajícím vlastnostem a vtipnému zapojení integrovaného obvodu MAA723, MAA723H je jim možno realizovat celou řadu různých stabilizátorů. Několik jednoduchých zapojení, které se v praxi nejčastěji používají, je popsáno v části 3. Pro upřesnění funkčních vlastností obvodů MAA723, MAA723H popíšeme si dvě základní funkční zapojení, ze kterých jsou ostatní odvozena.



Obr. 23. Základní zapojení MAA723, MAA723H pro výstupní napětí  $U_2 = 2 \dots 7$  V

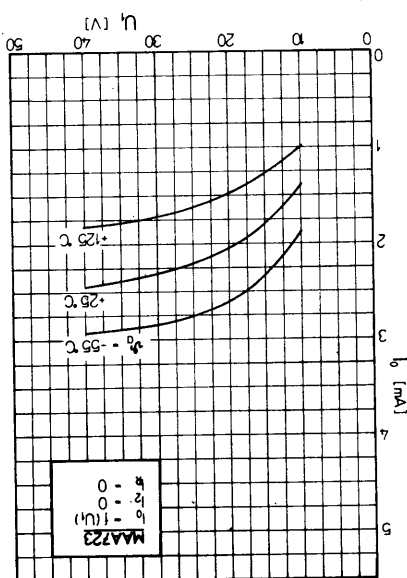
Na obr. 23 je použito obvodu MAA723, MAA723H ve funkci stabilizátoru pro malá výstupní napětí. V tomto zapojení je možno na výstupu nastavit stabilizované napětí v rozmezí  $U_2 = 2 \dots 7$  V. Použitím odporového děliče napětí  $R_1$  a  $R_2$  lze nastavit napětí v požadovaném rozsahu.

Přestože zdroj referenčního napětí  $U_R$  může dodávat proud až 15 mA, doporučuje se pracovat s proudem podstatně nižším, aby se zbytečně nezvyšovala výkonová ztráta integrovaného obvodu. Postačující je proud  $I_R = 1$  mA, při němž je napěťový dělič již dostatečně tvrdý, neboť vstupní odpor chybového zesilovače je řádově  $10^5 \Omega$ . S touto hodnotou ( $I_R = 1$  mA) a referenčním napětím  $U_R = 7,15$  V (což je střední hodnota  $U_R$ ) je také počítáno při výpočtu hodnot odporů v děliči  $R_1$  a  $R_2$  pro požadované napětí podle tab. 1.

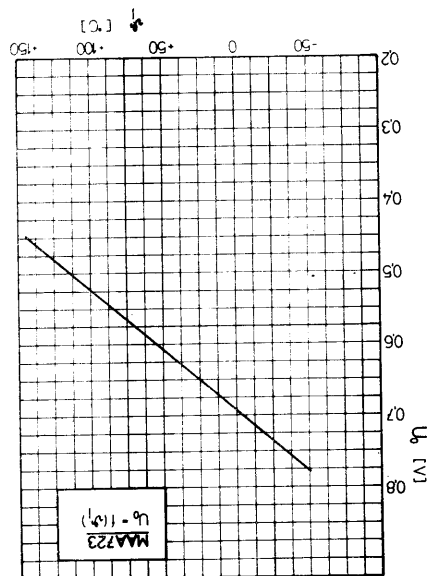
Vzhledem k obtížnému výběru odpovídajících odporů pro vhodný typ děliče je možno výstupní napětí upravit na přesnou hodnotu pomocí potenciometru, který se zapojí mezi odpory  $R_1$ ,  $R_2$ , běžec se připojí na neinvertující vstup chybového zesilovače (vývod 3). Hodnoty odporů se volí z řady E24 nebo E12. Proměnný obvod tvoří zhruba 20 % hodnoty odporů  $R_1 + R_2$ , které se volí tak, aby  $I_R = 1$  mA.

Pro dobrou stabilitu výstupního napětí je ovšem vhodnější používat stálé, přesné a spolehlivé odpory.

Obr. 22. Závislost klidového proudu (od-  
běru)  $I_0$  na vstupním napětí pro  
různé teploty okolí  $\theta_a$



Obr. 21. Závislost omezovacího napětí  
 $U_0$  na teplotě přechodu  $\theta_j$



Výstupní napětí v tomto zapojení je dáno vztahem

$$U_2 = U_R \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

Kmitočtová kompenzace, realizovaná kondenzátorem  $C_1$  100 pF zajišťuje stabilitu regulátoru s minimálním počtem vnějších součástek. Ochrana proti zkratu na výstupu je realizována pomocí omezovacího odporu  $R_0$  a tranzistoru  $T_{16}$ , který je součástí integrovaného obvodu. Proudové omezení (limitace proudu) je dáno vztahem

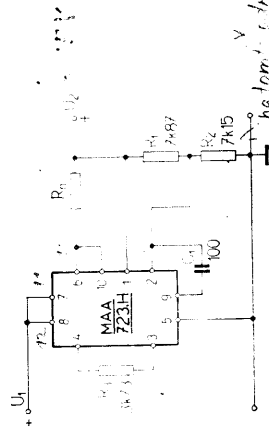
$$I_{zs} = \frac{U_0}{R_0}$$

kde omezovací napětí  $U_0 = U_{BE} \approx 0,65$  V se snímá na omezovacím odporu  $R_0$  a přivádí se na vývody 1 a 10. Omezování proudu nastává v okamžiku, kdy úbytek napětí na odporu  $R_0$  dosáhne hodnoty  $U_0$ , které otevře tranzistor  $T_{16}$ . Jeho otevřením se zablokuje výstupní řízené tranzistory  $T_{14}$  a  $T_{15}$ , protože napětí  $U_{BE}$  na tranzistoru  $T_{14}$  je menší než 0,65 V [ $U_{CE\ sat}(T_{16}) = U_{BE}(T_{14}) < 0,65$  V].

Odpor  $R_3$  musí mít pro dosažení minimálního teplotního driftu výstupního napětí hodnotu vypočtenou z výrazu

$$R_3 = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

Převažuje-li požadavek na jednoduchost zapojení na úkor snížení úrovně stabilizace, může být odpor  $R_3$  vynechán ( $R_3 = 0$ ).



Obr. 24. Základní zapojení MAA723, MAA723H pro výstupní napětí  $U_2 = 7 \dots 37$  V

Zapojení stabilizátoru s obvodem MAA723, MAA723H pro vyšší výstupní napětí  $U_2 = 7$  až 37 V je na obr. 24. Je-li nastavované napětí  $U_2$  vyšší než referenční  $U_R$ , musí být výstupní napětí  $U_2$  sníženo pomocí děliče z odporů  $R_1$  a  $R_2$ . Příslušné hodnoty odporů  $R_1$ ,  $R_2$  pro určitá výstupní napětí  $U_2$  jsou uvedeny v tab. 1, nebo je možno je vypočítat ze vztahu

$$U_2 = U_R \cdot \frac{R_1 + R_2}{R_2}$$

Proud děličem volíme opět 1 mA. Jestliže je požadováno, aby výstupní napětí  $U_2$  bylo přesně nastavitelné na určitou hodnotu, použijeme potenciometr, vložený mezi odpory  $R_1$  a  $R_2$ .

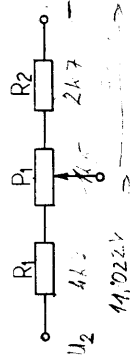
Kondenzátor  $C_1$  100 pF slouží opět ke kmitočtové kompenzaci. Odporem  $R_0$ , zarazeným do série se zátěží, lze zajistit ochranu integrovaného obvodu proti zkratu na výstupu, případně hranici pro omezení proudu, jak již bylo uvedeno. Odpor  $R_3$  pro získání minimálního teplotního driftu se vypočte ze stejného výrazu jako v předchozí části.

**Hodnoty odporů v děliči pro nastavení výstupního napětí  $U_2$**   
(všechny hodnoty jsou uvedeny v kΩ,  $R_3 = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$ )

Výstupní napětí	Zapojení podle obr.:	Pevné výstupní napětí: $\pm 5\%$ *		Regulovatelné výstupní napětí $\pm 10\%$ **	
		$R_1$	$R_2$	$R_1$	$R_2$
+17,0	24	4,17	10,0	4,5	3,0
+3,0	23	27,28	3,01	1,8	1,2
+5,0	23	27,28	4,99	0,75	2,2
+6,0	23	27,28	6,04	0,5	2,7
+9,0	24	27,28	7,15	0,75	2,7
+12	24	26	7,15	2,0	3,0
+15	24	26	7,15	3,3	3,0
+28	24	26	7,15	10,0	3,0
+45	30	30	3,57	2,2	39,0
+75	30	30	3,57	2,2	68,0
+100	30	30	3,57	2,2	91,0
-6	32	35	3,57	1,2	0,75
-9	32	35	3,48	1,2	2,0
-12	32	35	3,57	1,2	3,3
-15	32	35	3,65	1,2	4,3
-28	32	35	3,57	24,3	10,0
-45	31	31	3,57	41,2	33,0
-100	31	31	3,57	97,6	91,0

**Poznámky:** \* Pokud se použije typ MAA723H, může být výstupní stabilizované napětí  $U_2$  v toleranci větší než  $\pm 5\%$ ; vzhledem k větší dovolené toleranci referenčního napětí  $U_R$ .

\*\* Zapojení děliče s potenciometrem:



$$I_2 = 2,0224 \text{ mA}$$

$$R_3 = \frac{5450 \cdot 3450}{5450 + 3450} = 2 \text{ k}\Omega$$

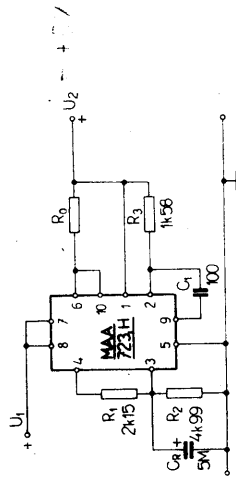
### 3. PŘÍKLADY POUŽITÍ INTEGROVANÉHO OBVODU MAA723, MAA723H

#### 3.1 Stabilizátor napětí +2...+7 V

Vychází se ze základního zapojení na obr. 23. Uvedené hodnoty součástek platí pro výstupní napětí  $U_2 = +5$  V; byly zvoleny podle tab. 1.

Typické hodnoty:

Stabilizované výstupní napětí	$U_2$	+5	V
Změna výstupního napětí (při $\Delta U_1 = 3$ V)	$\Delta U_2$	1	mV
Změna výstupního napětí (při $\Delta I_2 = 100$ mA)	$\Delta U_2$	2	mV



Obr. 23a Zapojení obvodu MAA723, MAA723H ve stabilizátoru napětí s výstupním  $U_2 = 2 \dots 7$  V

#### 3.2 Stabilizátor napětí +7...+37 V

Vychází se opět ze základního zapojení na obr. 24. Hodnoty součástek byly zvoleny podle tab. 1.

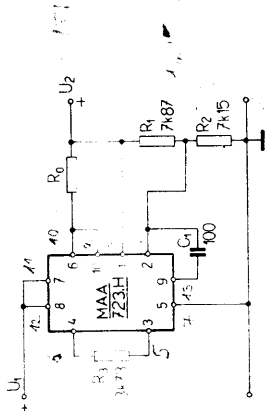
Typické hodnoty:

Stabilizované výstupní napětí	$U_2$	+15	V
Změna výstupního napětí (při $\Delta U_1 = 3$ V)	$\Delta U_2$	2	mV
Změna výstupního napětí (při $\Delta I_2 = 50$ mA)	$\Delta U_2$	4	mV

Pro větší proudové zatížení stabilizovaného zdroje lze základní zapojení podle obr. 23 a 24 rozšířit připojením jednoho nebo více výkonových tranzistorů na výstup integrovaného obvodu MAA723, MAA723H. Výstupní proud a přenesený výkon je v těchto případech dán přípustným proudem a výkonovou ztrátou připojených tranzistorů, které jsou řízeny regulačním obvodem obsahujícím MAA723, MAA723H v obvykle málo odlišných zapojeních od základních.

723 CH

Tržba  
Votava PAF 229 011  
(v Dll. poradě)



Obr. 24a Zapojení obvodu MAA723, MAA723H ve stabilizátoru napětí s výstupním  $U_2 = 7 \dots 37$  V

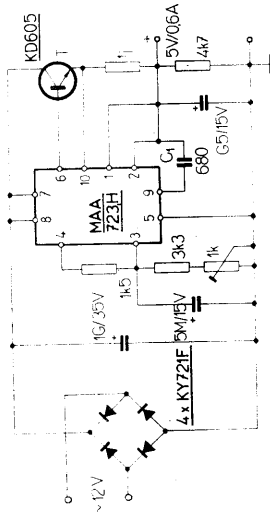
#### 3.3 Stabilizátor nízkého napětí pro větší proudy 5 V/0,6 A

Zapojení je shodné s obr. 23. Na výstup je však připojen výkonový tranzistor N-P-N, např. KD 605 nebo KU 605. (Viz obr. 25).

Vzhledem k připojení vnějšího výkonového tranzistoru je nutno pro kmitočtovou kompenzaci použít kapacitu  $C_1 = 680$  pF.

Typické hodnoty:

Stabilizované výstupní napětí	$U_2$	5	V
Změna výstupního napětí (při $\Delta U_1 = 3$ V)	$\Delta U_2$	1	mV
Změna výstupního napětí (při $\Delta I_2 = 0,6$ A)	$\Delta U_2$	10	mV



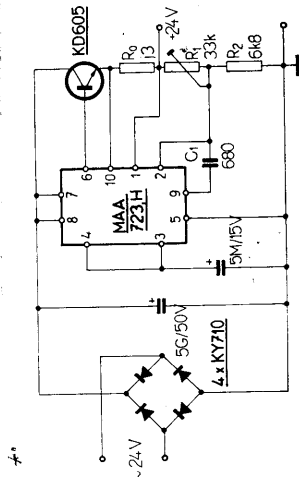
Obr. 25. Zapojení MAA723, MAA723H pro nízké hodnoty  $U_2$  a vyšší proudy  $I_2 \leq 2$  A

### 3.4 Stabilizátor napětí 15 V/2 A

Zapojení je zřejmé z obr. 26. *U<sub>2</sub> = 15 V, I<sub>2</sub> = 2 A*

Typické hodnoty:

Stabilizované výstupní napětí	$U_2$	15	V
Změna výstupního napětí (při $\Delta U_1 = 3$ V)	$\Delta U_2$	2	mV
Změna výstupního napětí (při $\Delta I_2 = 1$ A)	$\Delta U_2$	15	mV



Obr. 26. Zapojení MAA723H pro  $U_2 = 24$  V a vyšší proudy  $I_2 \leq 2$  A

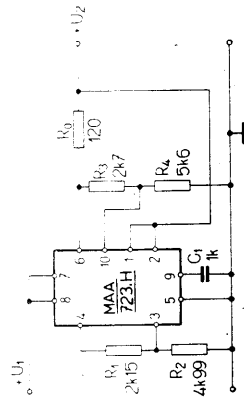
### 3.5 Stabilizátor s nastaveným omezením výstupního proudu

Stabilizátor podle zapojení na obr. 27 pracuje takto: Při zmenšování zatěžovacího odporu nejprve proud narůstá až na hodnotu nastaveného omezení, potom při dalším zmenšování v důsledku zpětné vazby začne být výstupní proud omezen.

Typické hodnoty:

Stabilizované výstupní napětí	$U_2$	5	V
Změna výstupního napětí (při $\Delta U_1 = 3$ V)	$\Delta U_2$	1	mV
Změna výstupního napětí (při $\Delta I_2 = 10$ mA)	$\Delta U_2$	1	mV

V daném zapojení a uvedených hodnotách odporů narůstá proudové omezení na výstupu při  $I_2 = 30$  mA.



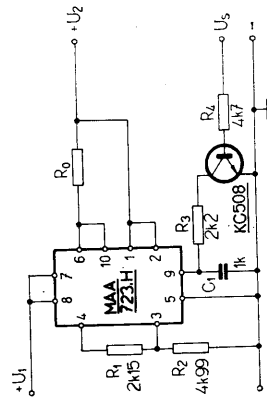
Obr. 27. Zapojení MAA723H s nastaveným omezením výstupního proudu

### 3.6 Stabilizátor s omezením výstupního proudu a dálkovým ovládním

Pro vypínání (blokování činnosti) stabilizátoru podle obr 28 je použito vnějšího tranzistoru typu N-P-N (např. KC508), který může být ovládán z výstupu logických obvodů (TTL nebo CC5L). Nemí-li požadováno omezení výstupního proudu pomocí vnitřního tranzistoru, je možno vnější tranzistor vynechat a pro ovládní použít vnitřního tranzistoru (používá se něho k omezení výstupního proudu).

Typické parametry:

Stabilizované výstupní napětí	$U_2$	5	V
Změna výstupního napětí (při $\Delta U_1 = 3$ V)	$\Delta U_2$	1	mV
Změna výstupního napětí (při $\Delta I_2 = 50$ mA)	$\Delta U_2$	2	mV



Obr. 28. Zapojení MAA723H s omezením výstupního proudu  $I_2$  a dálkovým ovládním

### 3.7 Dvojitý souměrný stabilizátor napětí $\pm 15$ V

Zdroj podle obr. 29 je určen pro napájení operačních zesilovačů. Vyznačuje se vysokou stabilitou výstupního napětí  $U_2$  a proudovou ochranou, kterou tvoří odpor  $R_0$  zapojený mezi bázi a emitor (vývody 10 a 1) omezovalického tranzistoru, jenž je součástí integrovaného obvodu MAA723, MAA723H. Omezovací odpor  $R_0$  lze v případě potřeby zapojit také do obvodu báze budicího tranzistoru, použije-li se na výstupu dvou tranzistorů v Darlingtonově zapojení.

Pro uvedení omezovacího tranzistoru do provozu je zapotřebí napětí  $U_{BE}$  (popřípadě  $U_0 = 0,67$  V při  $\vartheta_a = 25^\circ\text{C}$ ). Pak hodnota odporu  $R_0$  pro určený vstupní proud  $I_{2\text{max}}$  je dána výrazem

$$R_0 = \frac{U_0}{I_{2\text{max}}}$$

Pro proud  $I_2 = 0,2$  A

$$R_0 = \frac{0,67 \text{ V}}{0,20 \text{ A}} = 3,3 \Omega$$

Při extrémních nárocích na stabilizaci zapojení s proudovým omezením není vhodné použít omezovací odporu, protože se jím zhoršuje stabilizační účinek vlastního integrovaného stabilizátoru zhruba o 50%, a to

i při proudech podstatně nižších než 0,2 A, pro kterýžto proud je tento stabilizátor určen.

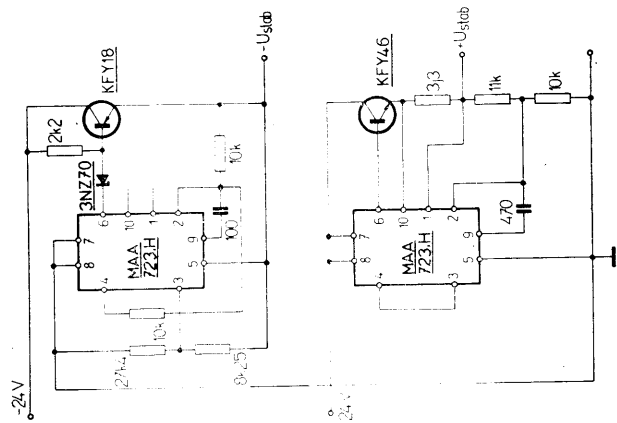
Výstupní proud  $I_2 = 0,2$  A je mezní hodnota proudu, použitelná v daném zapojení pro tranzistory KFY 18 a KFY 46 bez přídavného chlazení. Proto se v tomto zapojení doporučuje odebrat proud  $I_2 = 100$  mA. Pro větší proudy  $I_2$  je nutno snížit ztrátový výkon na tranzistorech  $I_P = (U_1 - U_2) I_2$  například pomocí Zenerovy diody. V takovém případě pro správnou funkci integrovaného obvodu MAA723, MAA723H se doporučuje udržet minimální rozdíl mezi vstupním a výstupním napětím  $(U_1 - U_2) \cong 5$  V. Jako koncové tranzistory se mohou použít i výkonové tranzistory, např. KU 605 nebo KD 605, popřípadě dvojice tranzistorů v Darlingonově zapojení. Proudové zatížení výstupu může pak být řádově jednotky ampér.

Aby nedocházelo ke vzájemnému ovlivňování obou integrovaných obvodů, doporučuje se vyvést společný (zemnicí) nulový pól každého zdroje odděleně a propojit je teprve na svorkovnici.

Typické hodnoty:

Stabilizované výstupní napětí	$U_2$	$\pm 15$	V
Změna výstupního napětí (při $\Delta U_1 = 5$ V)	$\Delta U_2$	10	mV
Změna výstupního napětí (při $\Delta I_2 = 100$ mA)	$\Delta U_2$	5 až 20	mV

To odpovídá procentuální změně 0,33 až 1,33 % jmenovitého stabilizovaného napětí obou polarit  $\pm U_2$ .



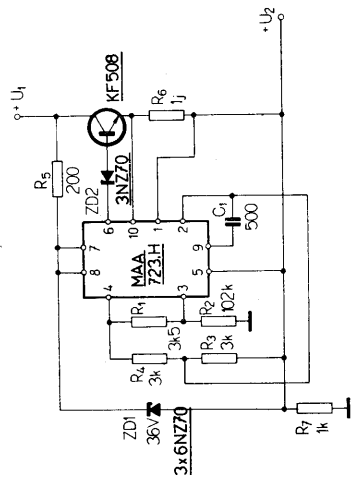
Obr. 29. Zapojení dvojitěho souměrného zdroje s výstupním napětím  $U_2 = \pm 15$  V

### 3.8 Stabilizátor napětí +100 V

Základní zapojení je na obr. 30. Konkrétní hodnotu stabilizovaného napětí určuje dělič, realizovaný odpory  $R_1$  a  $R_2$  podle tabulky 1. Proudové zatížení je pak závislé na typu použitého výstupního tranzistoru a může být řádově stovky mA až jednotky ampér (KF 507, KU 601, KD 605).

Typické hodnoty:

Stabilizované výstupní napětí	$U_2$	+100	V
Změna výstupního napětí (při $\Delta U_1 = 20$ V)	$\Delta U_2$	20	mV
Změna výstupního napětí (při $\Delta I_2 = 100$ mA)	$\Delta U_2$	100	mV



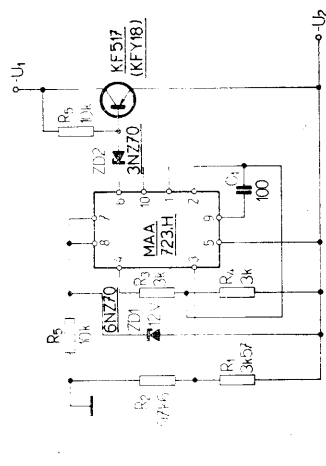
Obr. 30. Zapojení MAA723, MAA723H pro výstupní napětí  $U_2 = +100$  V a proudovým omezením

### 3.9 Stabilizátor napětí -100 V

Integrovaný obvod MAA723, MAA723H je zapojen ve zpětnovazební smyčce (obr. 31). Jako regulovaný tranzistor pro proudové zatížení do 100 mA může být použit typ KF 517, KFY 18 nebo podobný typ P-N-P.

Typické hodnoty:

Stabilizované výstupní napětí	$U_2$	-100	V
Změna výstupního napětí (při $\Delta U_1 = 20$ V)	$\Delta U_2$	30	mV
Změna výstupního napětí (při $\Delta I_2 = 100$ mA)	$\Delta U_2$	100	mV



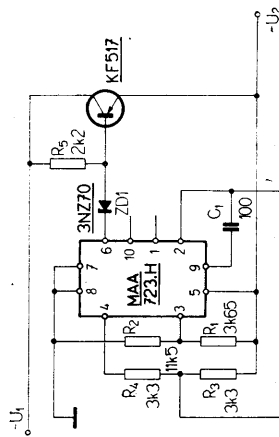
Obr. 31. Zapojení MAA723, MAA723H pro výstupní napětí  $U_2 = -100$  V

### 3.10 Stabilizátor napětí -15 V

Na obr. 32 je zjednodušená varianta zapojení podle obr. 31, u něhož napájecí napětí  $U_1$  nepřesahuje hodnotu  $U_{1 \max}$  ( $U_1 \leq 42$  V). Integrovaný obvod MAA723, MAA723H pracuje ve vhodnějším režimu, a proto se dosahuje lepší stabilizace.

Typické hodnoty:

Stabilizovaná výstupní napětí	$U_2$	-15	V
Změna výstupního napětí (při $\Delta U_1 = 3$ V)	$\Delta U_2$	1	mV
Změna výstupního napětí (při $\Delta I_2 = 100$ mA)	$\Delta U_2$	2	mV



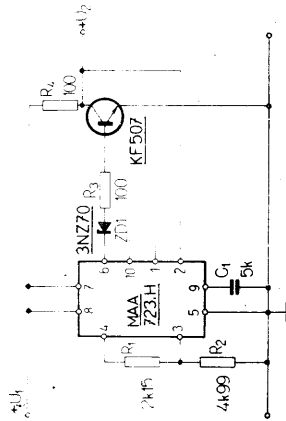
Obr. 32. Zapojení MAA723, MAA723H pro výstupní napětí  $U_2 = -15$  V a  $I_2 \max = 100$  mA

### 3.11 Paralelní napěťový regulátor (shunt regler)

V zapojení na obr. 33 řídí integrovaný obvod tranzistor KF 507. Výstupní napětí  $U_2$  se udržuje konstantní i při změně zátěže, protože tranzistor je řízen tak, aby jím protékal vždy jen takový proud, při němž je konstantní součet proudů protékajících zátěží a regulovaným tranzistorem. (Proud zátěže je nepřímo úměrný proudu tranzistoru). Celkový proud (součet obou proudů) je omezován odporem  $R_4$ .

Typické hodnoty:

Stabilizovaná výstupní napětí	$U_2$	+5	V
Změna výstupního napětí (při $\Delta U_1 = 10$ V)	$\Delta U_2$	2	mV
Změna výstupního napětí (při $\Delta I_2 = 100$ mA)	$\Delta U_2$	5	mV



Obr. 33. Zapojení paralelního regulátoru napětí

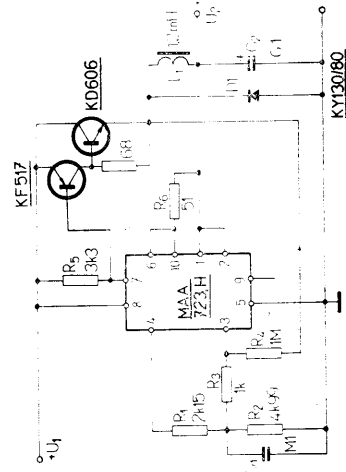
### 3.12 Stabilizovaný výkonový zdroj

Dva příklady zapojení stabilizovaných výkonových zdrojů jsou na obr. 34 a 35.

Na obr. 34 je zapojení stabilizovaného zdroje 5 V/2 A. Integrovaný obvod MAA723, MAA723H reguluje dva křemíkové tranzistory, které jsou zapojeny v sérii se zátěží. Člen  $L_1 C_2$  ( $L_1 = 1,2$  mH,  $C_2 = 100$   $\mu$ F) slouží k vyhlazení výstupního napětí (zvláště při větších proudových odběrech) a k zamezení parazitních oscilací. Dioda  $D_1$  je určena pro omezení případných inverzních impulsů, které mohou vzniknout při zapojování nebo odpojení zátěže. Podmínkou při tom je, aby použitá dioda byla dostatečně rychlá ( $t_s$  krátkým spínacím časem).

Typické hodnoty:

Stabilizovaná výstupní napětí	$U_2$	+5	V
Změna výstupního napětí (při $\Delta U_1 = 30$ V)	$\Delta U_2$	10	mV
Změna výstupního napětí (při $\Delta I_2 = 2$ A)	$\Delta U_2$	80	mV

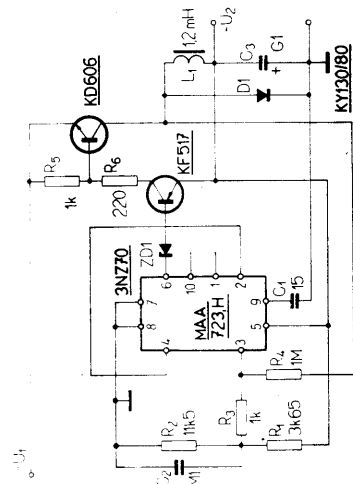


Obr. 34. Zapojení výkonového zdroje pro kladné výstupní napětí

Zapojení zdroje se stabilizovaným napětím  $-15\text{ V}$  je na obr. 35. Integrovaný obvod MAA723, MAA723H opět reguluje dvojicí tranzistorů (KF 517 a KD 606). Funkční zapojení obvodu MAA723, MAA723H je obdobné jako v předchozím případě (obr. 34), stejné tak i u výstupního obvodu jsou použity tytéž součástky ( $L_1 = 1,2\text{ mH}$ ,  $C_2 = 100\text{ }\mu\text{F}$ ) k vyhlazení výstupního napětí a dioda  $D_1$  k omezení případných inverzních napětíových špiček.

Typické hodnoty:

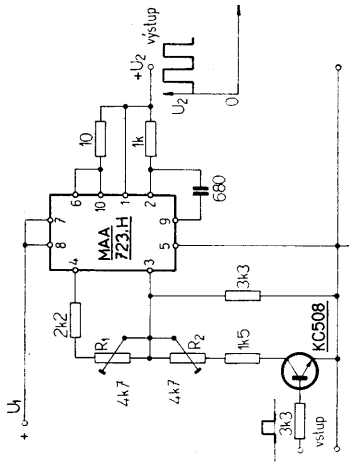
Stabilizované výstupní napětí	$U_2$	$-15\text{ V}$
Změna výstupního napětí (při $\Delta U_1 = 20\text{ V}$ )	$\Delta U_2$	$8\text{ mV}$
Změna výstupního napětí (při $\Delta I_2 = 2\text{ A}$ )	$\Delta U_2$	$6\text{ mV}$



Obr. 35. Zapojení výkonového zdroje pro záporné výstupní napětí

### 3.13 Tvarovač stabilizovaného napětí

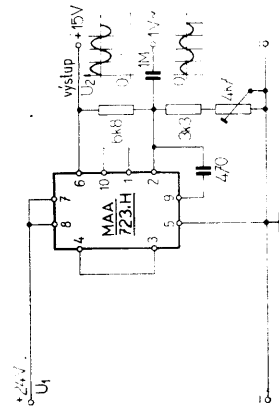
Na obr. 36 je příklad využití obvodu MAA723, MAA723H pro impulsní tvarování výstupního stabilizovaného napětí. Tvarování je zajištěno tím, že na rozdílový vstup (vývod 3) chybového zesilovače se přivádí signál, kterým se ovládá výstupní napětí. Hloubka tvarování je dána úrovní signálu přiváděného na vývod 3. V daném zapojení se získává na výstupu tvarované napětí v měnitelném rozmezí od  $1,4$  do  $4,2\text{ V}$ .



Obr. 36. Zapojení tvarovače stabilizovaného napětí s integrovaným obvodem MAA723, MAA723H

### 3.14 Modulátor výstupního napětí

Příklad modulační stabilizovaného výstupního napětí pomocí integrovaného obvodu MAA723, MAA723H je na obr. 37. Modulační sinusový signál se přivádí na vývod 2 (invertující vstup chybového zesilovače). Na výstupu se získává stabilizované napětí  $\pm 15\text{ V}$ , modulované sinusovým signálem. Úroveň modulace se nastaví potenciometrem  $3,3\text{ k}\Omega$ .



Obr. 37. Zapojení modulátoru výstupního napětí s integrovaným obvodem MAA723, MAA723H



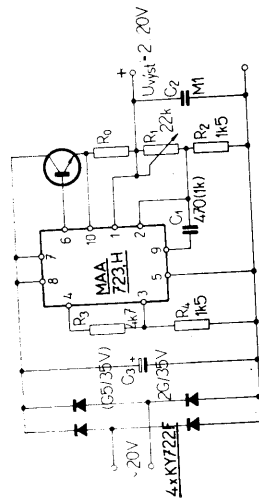
### 3.15 Regulovatelný stabilizovaný zdroj

Použití integrovaného obvodu MAA723, MAA723H pro funkci regulovatelného stabilizovaného zdroje je znázorněno v zapojení podle obr. 38. V tomto zapojení je možná regulace stabilizovaného výstupního napětí  $U_2$  v rozmezí 2 až 20 V při střídavém napájecím napětí  $U_1 = 20$  V. Proudový odběr je dán vnějším výstupním výkonovým tranzistorem. Je-li použit tranzistor typu N-P-N řady KU nebo KD (např. KU 501, KD 605 apod.) bez přidavného chlazení, pak výstup může být zatěžován proudem do 200 mA. Při použití chlazení je možné proud zvýšit podle druhu chlazení až na hodnoty, odpovídající proudům  $I_{Cmax}$  daného typu tranzistoru při respektování celkové ztráty  $P_{max}$  a předpokládané provozní teploty okolí  $\vartheta_{ka}$ , popřípadě teploty přechodu  $\vartheta_{jmax}$ .

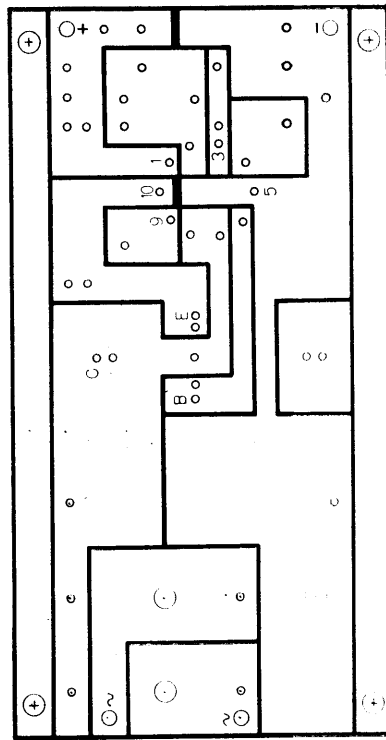
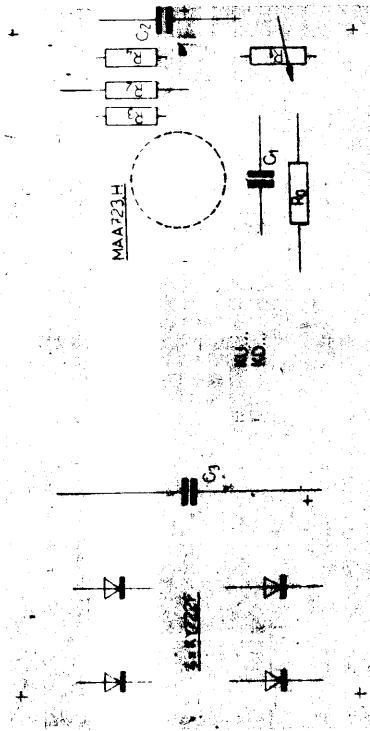
Pro tento typ zdroje (zapojení podle obr. 38) jsou na obr. 39 a 40 uvedeny návrhy na zapojení plošných spojů a rozmístění součástek.

Výstupní výkonový tranzistor je možno montovat přímo na desku plošných spojů, pokud požadovaný proud  $I_2 \leq 200$  mA a celková ztráta na tranzistoru nepřesáhne přípustnou ztrátu  $P_{max}$  bez přidavného chlazení. Proto na obr. 39 je uvažováno s prostorem pro tranzistory KU 611, KU 612 i KU 601, KU 602, KD 601, KD 603, KD 605, KD 606, KD 607, jejich uspořádáním a rozmístěním vývodů, včetně upevňovacích otvorů. Místa pro vrtání otvorů pro uvedené druhy tranzistorů jsou na plošném spoji označena tečkou (viz obr. 39).

V případě požadavku na výstupní proudy do 2 A (případně 5 A) je nutno použít návrh plošných spojů na obr. 40, který předpokládá montáž tranzistoru mimo montážní desku na vhodný druh chladiče. Chladič je možno umístit například nad montážní desku plošných spojů nebo mimo ni. Proto jsou na desce plošných spojů označeny pájecí body pro přírodní dráty k elektrodám tranzistoru (E, B, C). Obě varianty zapojení byly v praxi ověřeny a dobře se osvědčily jako vhodné zdroje pro měřicí zařízení a laboratoře, zabývající se činností a použitím polovodičových součástek, zvláště však integrovaných obvodů.



Obr. 38. Zapojení regulovatelného stabilizovaného zdroje pro  $U_2 = 2 \dots 20$  V,  $I_2 \leq 2$  A



Měřítko 1 : 1

Obr. 39. a) Rozmístění součástek zapojení podle obr. 38 – varianta A  
b) Návrh plošných spojů pro zapojení podle obr. 38 – varianta A (výstupní výkonový tranzistor je montován na desku spojů)

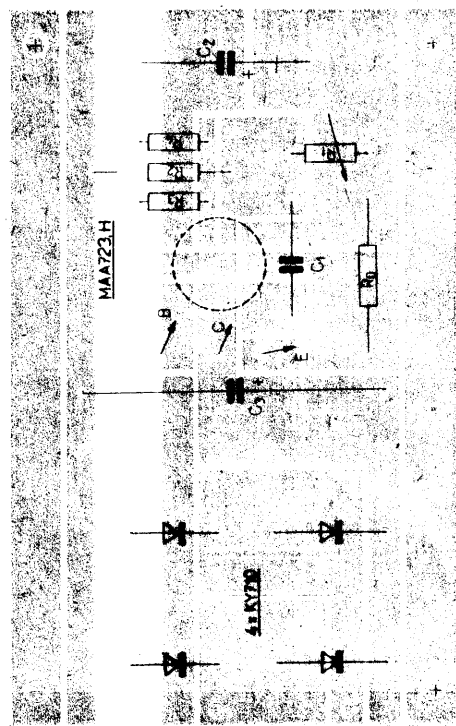
#### 4. ZÁVER :

Integrovaný obvod MAA723, MAA723H je polovodičová součástka, určena pro realizaci stabilizátorů napětí ve všech oborech elektrotechniky. Její konstrukční provedení, vlastnosti i jednoduchá montáž vytvářejí příznivé předpoklady pro široké uplatnění ve stabilizovaných zdrojích elektronických obvodů jak pro průmyslová zařízení, měřicí a regulační techniku, tak i pro napájení logických integrovaných obvodů a laboratorních přístrojů.

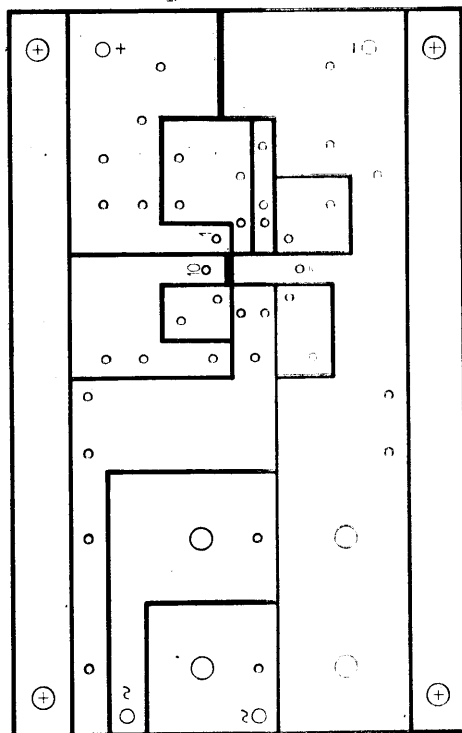
Přednost stabilizovaných zdrojů, realizovaných s integrovaným obvodem MAA723, MAA723H, spočívá nejen v malých rozměrech, jednoduché montáži, ale především v účinnosti a velmi dobré stabilitě stabilizovaného napětí jak dlouhodobě, tak i v rozmezí širokých provozních teplot  $-55^{\circ}\text{C}$  až  $+125^{\circ}\text{C}$ . Proto jejich použití zlepšuje nejen technické, ale i ekonomické aspekty.

#### Seznam použitých literatury :

1. Firmní dokumentace n. p. TESLA ROŽNOV
2. Fairchild Linear integrated circuits data catalog. November 1971



Měřítka 1 : 1



Obr. 40. a) Rozmístění součástek zapojení podle obr. 38 — varianta B  
b) Návrh plošných spojů pro zapojení podle obr. 38 — varianta B (výstupní výkonný tranzistor je montován na chladič mimo desku spojů).

# LINEÁRNÍ INTEGROVANÝ OBVD PŘESNY STABILIZÁTOR NAPĚTÍ

MAA723  
MAA723H

## POUŽITÍ:

Polovodičový prvek TESLA MAA723, MAA723H je přesný stabilizátor napětí, složený z teplotně kompenzovaného zdroje a zesilovače referenčního napětí, zesilovače regulační odchylky, z obvodů pro omezení proudu a z koncového tranzistoru, vhodný pro napájecí obvody v elektronických přístrojích a zařízeních, pro napájení číselných i lineárních obvodů. Stabilizátor se vyznačuje velkou přesností regulace, nastavitelným výstupním napětím, velkým potlačáním zvlnění a malou teplotní závislostí.

## PROVEDENÍ:

Systém integrovaného obvodu, vyrobený na křemíkové destičce planárně epitaxní technologii, je zapouzdřen v kovovém pouzdru K505/P403 se skleněnou průchodkou a deseti vývody. Vývod č. 5 je spojen s pouzdrem.

## JAKOST:

Tyto integrované obvody se vyrábějí v souborech, jejichž dobrá a rovnoměrná jakost je zaručována pravidelnou kontrolou. Všechny součástky souboru se podrobují třídícím postupům, jejichž účelem je vyřadit součástky s nižší jakostí. Obvody MAA723 jsou určeny také pro použití v průmyslové elektronice.

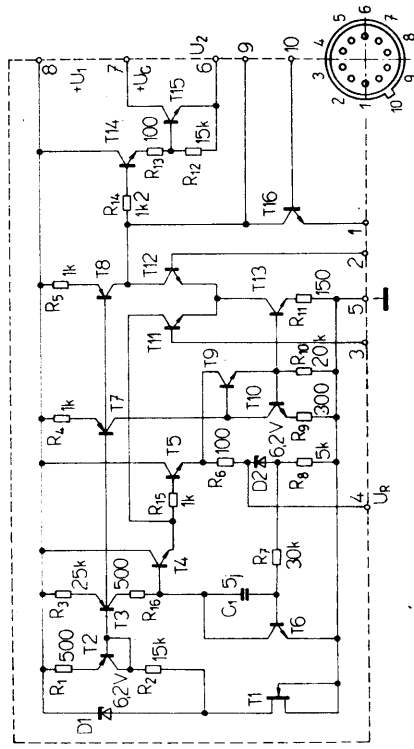
## MEZNI HODNOTY: (Teplota okolí +25 °C)

Vstupní napětí pulsní (t = 50 ms) trvalé	$U_1$	max	50	V
Rozdíl mezi vstupním a výstupním napětím	$U_1 - U_2$	max	40 <th>V</th>	V
Výstupní proud	$I_2$	max	150	mA
Zatížení zdroje referenčního napětí	$I_R$	max	15	mA
Ztrátový výkon ( $\theta_{JA} = 25$ °C)	$P_{tot}$	max	800	mW
Teplota okolí provozní	$\theta_{JA}$	max	700	mW
Teplota okolí při skladování	$\theta_S$	max	-55 ... +125	°C
		max	-65 ... +155	°C

## POZNÁMKY:

1. Výstup i zdroj referenčního napětí bez zatížení.
2. Vývod č. 5 je spojen s pouzdrem.

Vnitřní zapojení obvodu MAA723, MAA723H

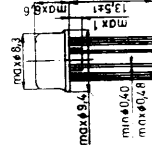
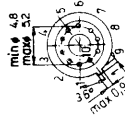


Zapojení vývodů: (platí při pohledu zespondu)

Vývod

č. Elektroda

1. Proudová kontrola
2. Invertující vstup
3. Neinvertující vstup
4. Referenční napětí  $U_R$
5. Zem ( )
6. Výstupní stabilizované napětí  $U_I$
7. Napájení výstupního tranzistoru  $+U_C$
8. Vstupní nestabilizované napětí  $+U_J$
9. Kmitočtová kompenzace
10. Proudová omezení



CHARAKTERISTICKÉ ÚDAJE:  
(Teplota okolí:  $+25^\circ\text{C}$ )

Jmenovité hodnoty:  
Změna výstupního napětí při změně vstupního napětí

$U_1 = 12 \dots 15 \text{ V}$ ,  $U_2 = 5 \text{ V}$ ,  
 $I_2 = 1 \text{ mA}$

\*  $U_1 = 12 \dots 40 \text{ V}$ ,  $U_2 = 5 \text{ V}$ ,  
 $I_2 = 1 \text{ mA}$

Změna výstupního napětí při změně vstupního napětí v daném teplotním rozmezí

$U_1 = 12 \dots 15 \text{ V}$ ,  $U_2 = 5 \text{ V}$ ,  
 $I_2 = 1 \text{ mA}$ ,  $-55^\circ\text{C} \leq \theta_a \leq +125^\circ\text{C}$

Změna výstupního napětí při změně zátěže

\*  $U_1 = 12 \text{ V}$ ,  $U_2 = 5 \text{ V}$ ,  $I_2 = 1 \dots 50 \text{ mA}$

Změna výstupního napětí při změně zátěže v daném teplotním rozmezí

$U_1 = 12 \text{ V}$ ,  $U_2 = 5 \text{ V}$ ,  $I_2 = 1 \dots 50 \text{ mA}$ ,  
 $-55^\circ\text{C} \leq \theta_a \leq 125^\circ\text{C}$

Teplotní koeficient výstupního napětí  
 $U_1 = 12 \text{ V}$ ,  $U_2 = 5 \text{ V}$ ,  $I_2 = 1 \text{ mA}$ ,  
 $-55^\circ\text{C} \leq \theta_a \leq +125^\circ\text{C}$

Referenční napětí

\*  $U_1 = 12 \text{ V}$ ,  $U_2 = 5 \text{ V}$

Klidový proud <sup>1)</sup>

\*  $I_1 = 30 \text{ V}$ ,  $I_2 = 0$ ,  $I_R = 0$

Rozsah vstupního napětí

Rozsah výstupního napětí

Rozdíl mezi vstupním a výstupním napětím

Informativní hodnoty:

Potlačení zvlnění

$U_1 = 12 \text{ V}$ ,  $U_2 = 5 \text{ V}$ ,  $I_2 = 1 \text{ mA}$ ,  
 $f = 50 \text{ Hz} \dots 10 \text{ kHz}$ ,  $C_R = 0$

$U_1 = 12 \text{ V}$ ,  $U_2 = 5 \text{ V}$ ,  $I_2 = 1 \text{ mA}$ ,  
 $f = 50 \text{ Hz} \dots 10 \text{ kHz}$ ,  $C_R = 5 \mu\text{F}$

Omezení proudu

(při zkratu na výstupu)

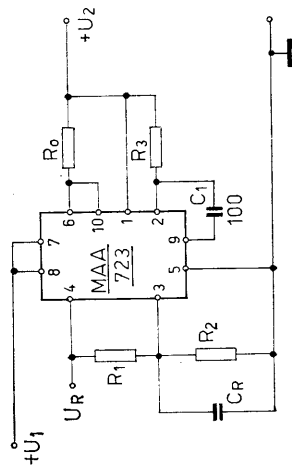
$U_1 = 12 \text{ V}$ ,  $U_2 = 0$ ,  $R_0 = 10 \Omega$

Dlouhodobá stabilita

$U_1 = 12 \text{ V}$ ,  $U_2 = 5 \text{ V}$ ,  $I_2 = 1 \text{ mA}$

Obvod	Měřicí	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
MAA723	$\Delta U_2$	0,02	<0,1	% $U_2$							
MAA723H	$\Delta U_2$	0,1		% $U_2$							
MAA723	$\Delta U_2$	0,1	<0,2	% $U_2$							
MAA723H	$\Delta U_2$	0,4	<1	% $U_2$							
MAA723	$\Delta U_2$		<0,3	% $U_2$							
MAA723	$\Delta U_2$		<0,15	% $U_2$							
MAA723H	$\Delta U_2$		<0,3	% $U_2$							
MAA723	$\Delta U_2$		<0,6	% $U_2$							
MAA723	$T_K$	0,005	<0,015	%/ $^\circ\text{C}$							
MAA723H	$T_K$	0,01		%/ $^\circ\text{C}$							
MAA723	$U_R$	7,15	6,95 ... 7,35	V							
MAA723H	$U_R$	7,15	6,8 ... 7,5	V							
MAA723	$I_0$	2,3	<3,5	mA							
MAA723H	$I_0$		<5	mA							
MAA723	$U_I$		9,5 ... 40	V							
MAA723H	$U_I$		2 ... 37	V							
MAA723	$U_I - U_2$		3 ... 38	V							
MAA723	P	74		dB							
MAA723H	P	60		dB							
MAA723	P	86		dB							
MAA723H	P	72		dB							
MAA723	$I_{2S}$	65		mA							
MAA723H	$I_{2S}$	65		mA							
MAA723	S	0,25		%/1000 hodin							
MAA723H	S	1		%/1000 hodin							

MĚŘICÍ OBVOD 1  
ZÁKLADNÍ ZAPOJENÍ STABILIZÁTORU NAPĚTÍ  
PRO VÝSTUPNÍ NAPĚTÍ  $U_2 = 2 \dots 7$  V



$R_0 = 0$ ,  $C_R = 0$ , není-li uvedeno jinak

$$U_2 = U_R \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

$$R_3 = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \quad \text{Pro minimální teplotní drift}$$

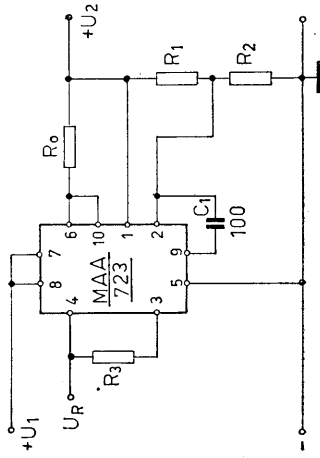
Příklad použití:

$U_2$ ( $\pm 5\%$ ) [V]	$R_1$ [k $\Omega$ ]	$R_2$ [k $\Omega$ ]
3	4,12	3,01
5	2,15	4,99
6	1,15	6,04

Omezení (limite) výstupního proudu:

$$I_{LIM} = \frac{0,65}{R_0}$$

MĚŘICÍ OBVOD 2  
ZÁKLADNÍ ZAPOJENÍ STABILIZÁTORU NAPĚTÍ  
PRO VÝSTUPNÍ NAPĚTÍ  $U_2 = 7 \dots 37$  V



$R_0 = 0$ , není-li uvedeno jinak

$$U_2 = U_R \frac{R_1 + R_2}{R_2}$$

$$R_3 = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \quad \text{Pro minimální teplotní drift}$$

Příklad použití:

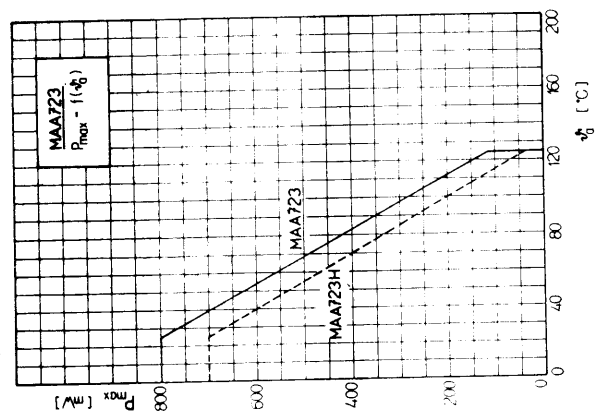
$U_2$ ( $\pm 5\%$ ) [V]	$R_1$ [k $\Omega$ ]	$R_2$ [k $\Omega$ ]
7	1,07	7,15
15	0,53	7,15
30	0,26	7,15

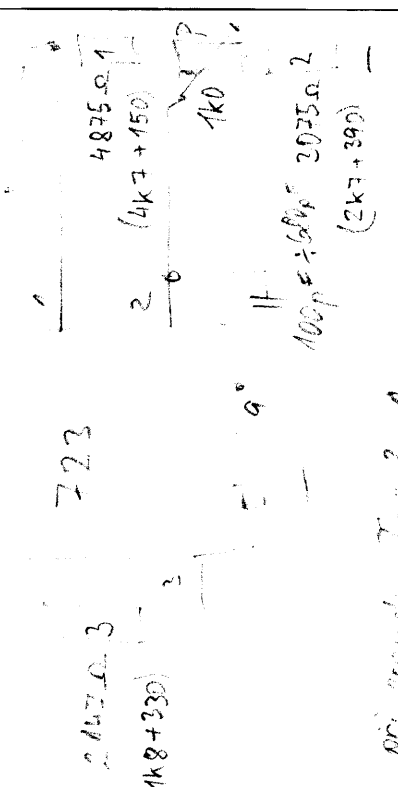
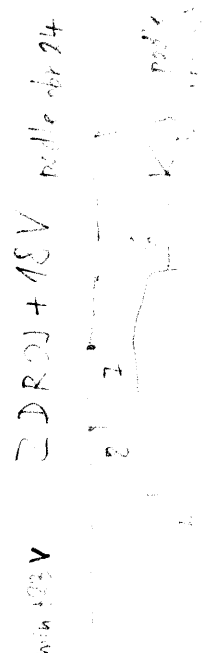
Omezení (limite) výstupního proudu:

$$I_{LIM} = \frac{0,65}{R_0}$$

MAA723  
MAA723H

LINEARNÍ INTEGROVANÝ OBVOD  
PŘESNÝ STABILIZÁTOR NAPĚTÍ

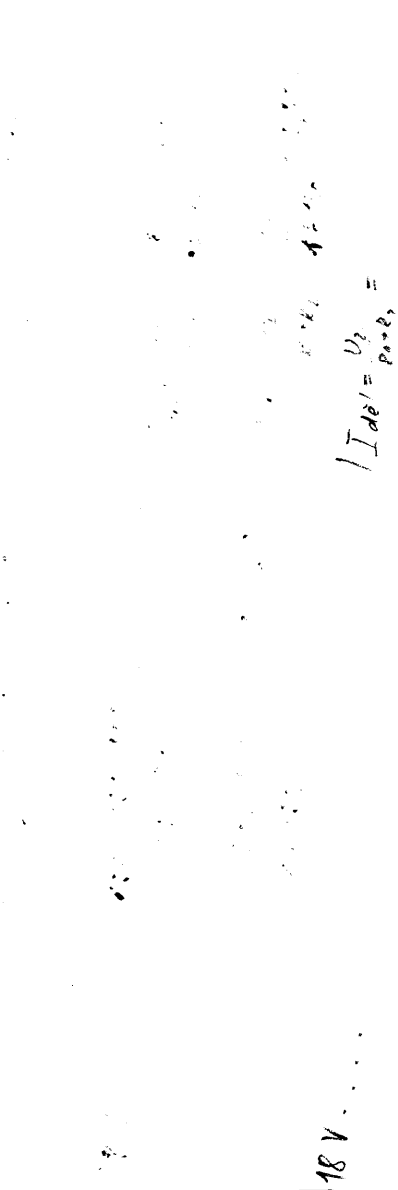
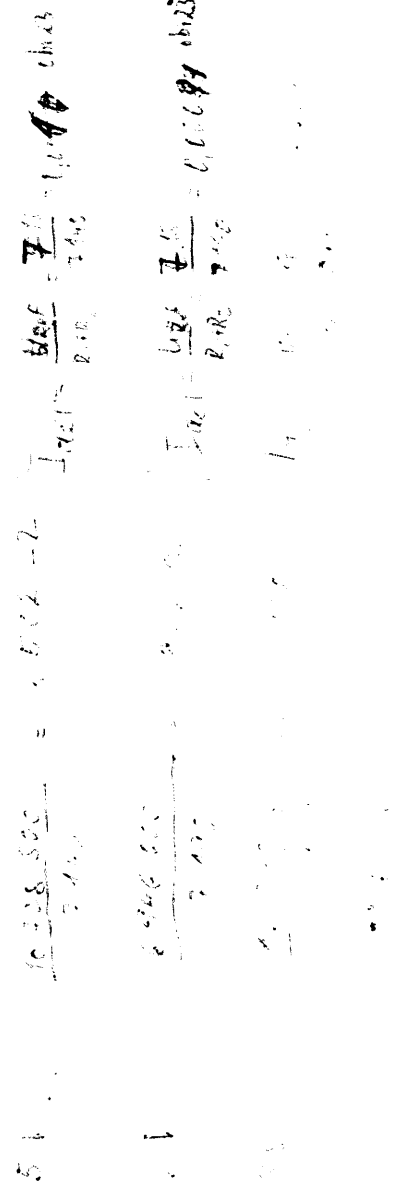
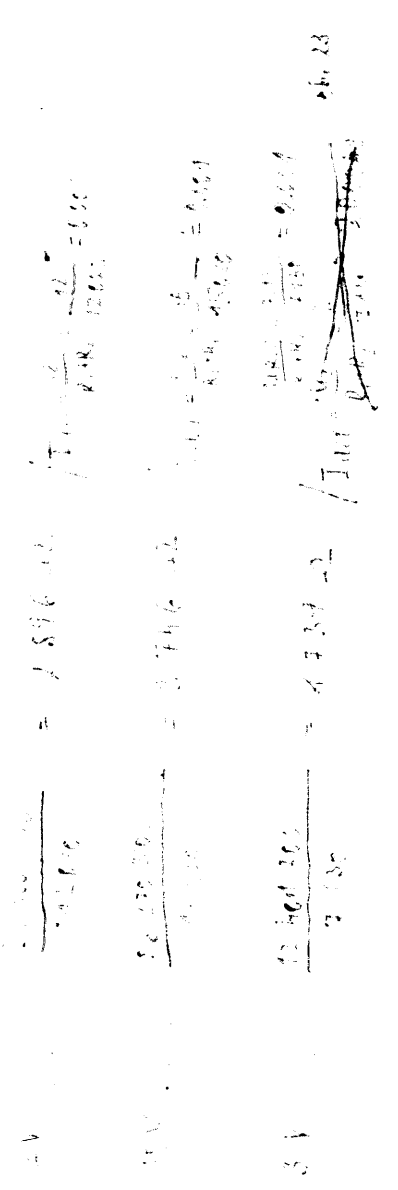
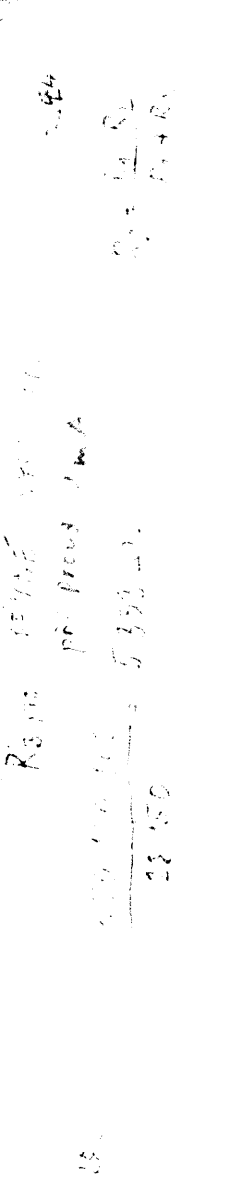




pr. proud  $I_D = 2mA$   
 $(I_D = \text{proud nellem } R_1 + P + R_2)$



pr. proud  $I_D = 2mA$   
 $(I_D = \text{proud nellem } R_1 + P + R_2)$



$I_{del} = \frac{U_3}{P_{max}} =$

REPRO REG

REPRO REG

REPRO REG

$V_{2} > V_{1}$

$V_{2} > V_{1}$

$V_{2} > V_{1}$

$V_{2} > V_{1}$

$V_{2} > V_{1}$

$V_{2} > V_{1}$

$V_{2} > V_{1}$

$V_{2} > V_{1}$

$V_{2} > V_{1}$

$V_{2} > V_{1}$

$V_{2} > V_{1}$

$V_{2} > V_{1}$

$V_{2} > V_{1}$

$V_{2} > V_{1}$

$V_{2} > V_{1}$

$V_{2} > V_{1}$

$V_{2} > V_{1}$

$V_{2} > V_{1}$

$V_{2} > V_{1}$

$V_{2} > V_{1}$

$V_{2} > V_{1}$

$V_{2} > V_{1}$

$V_{2} > V_{1}$

$V_{2} > V_{1}$

$V_{2} > V_{1}$

$V_{2} > V_{1}$

$V_{2} > V_{1}$

$V_{2} > V_{1}$

$V_{2} > V_{1}$

$V_{2} > V_{1}$



2. Die ...  
 ...  
 ...

...  
 ...  
 ...

...  
 ...  
 ...

...  
 ...  
 ...

-1. Die ...  
 ...  
 ...

...  
 ...  
 ...

...  
 ...  
 ...

...  
 ...  
 ...

...  
 ...  
 ...

...  
 ...  
 ...

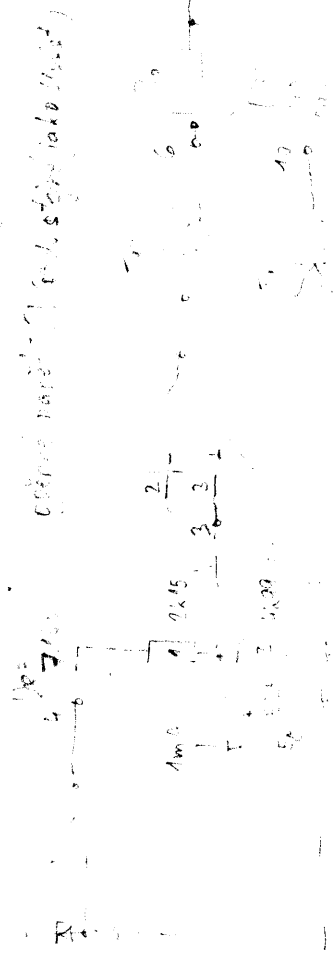
...  
 ...  
 ...

...  
 ...  
 ...

Priloga 2

izračunati tokove in napetosti v vsaki od obeh mrež (6 mA)

napetosti +



Čisto mrežo (izračunati tokove in napetosti)

napetosti 5V

$$U_{out} = U \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

napetosti regulirane napetosti

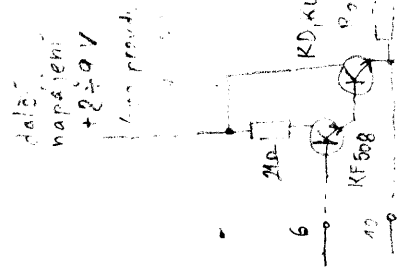


$$R_3 = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

nebo izračunati

WZ 744

serwis pro 220V seie prądu do RA



WZ 744  
serwis pro 220V seie prądu do RA

MAA 200

700 p.m. 10/11/07 = 2.27 V

10/11/07

$$V_{avg} = V_R \cdot \frac{R_1 + R_2}{R_2}$$

avg of 2.51 (average of 4 steps)

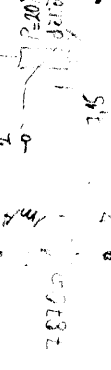


4 steps  
 2.51 V  
 2.51 V

no minima (step)  
 step 1: 2.51 V

$$R = \frac{V_{avg}}{I_{avg}}$$

10/11/07 2.51 V



10/11/07 2.51 V  
 10/11/07 2.51 V

10/11/07 2.51 V  
 10/11/07 2.51 V

7/11/22

Report for lab 7 = 20V, ready to go

