

MĚŘENÍ LOGICKÝCH ČÍSLICOVÝCH OBVODŮ

TTL I

&1. Podle katalogu nakreslete vývody a vnitřní zapojení obvodu MH7400. Jde o čtveřici dvouvstupových hradel NAND.

&2. Z katalogu vypište mezní hodnoty a charakteristické údaje hradla NAND.

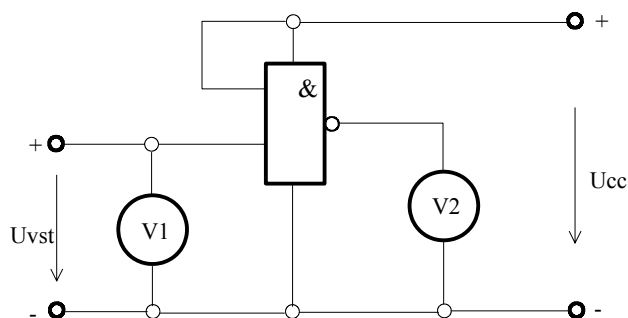
&2.1 Jaká hodnota napětí odpovídá úrovni H ?

Jaká hodnota napětí odpovídá úrovni L ?

&3. V domácí přípravě prostudujte princip činnosti hradla NAND.

&4. Změřte převodní charakteristiku hradla NAND.

Převodní charakteristika je závislost $U_{\text{výst}} = f(U_{\text{vst}})$ mezi výstupem a jedním ze vstupů. Ostatní vstupy jsou připojeny na $+U_{\text{cc}}$. Vzhledem ke specifickému průběhu charakteristiky si předem zjistěte její tvar.



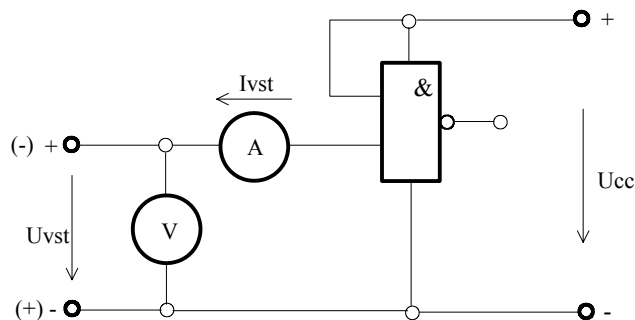
&4.1 Zapojení doplňte o potenciometr pro regulaci vstupního napětí. Úlohu zapojte.

&4.2 Naměřené hodnoty zpracujte tabelárně a graficky.

&5. Změřte vstupní charakteristiku hradla NAND

Vstupní charakteristika je závislost mezi vstupním proudem a vstupním napětím $I_{\text{vst}} = f(U_{\text{vst}})$ jednoho vstupu. Ostatní vstupy jsou připojeny na $+U_{\text{cc}}$, výstup je naprázdno.

POZOR ! Při hodnotách vstupního napětí okolo 6V dochází k průrazu vstupního tranzistoru. Taktéž při záporném napětí nad $-1,4\text{ V}$.



&5.1 Navrhněte způsob ochrany vstupního tranzistoru proti zápornému napětí pomocí diody.

&5.2 Zapojení doplňte o potenciometr pro regulaci vstupního napětí a mA pro měření odběru hradla. Úlohu zapojte.

&5.3 Naměřené hodnoty zpracujte tabelárně a graficky.

&5.4 Sledujte během měření odběrový proud hradla. Co pozorujete ?

MĚŘENÍ LOGICKÝCH ČÍSLICOVÝCH OBVODŮ

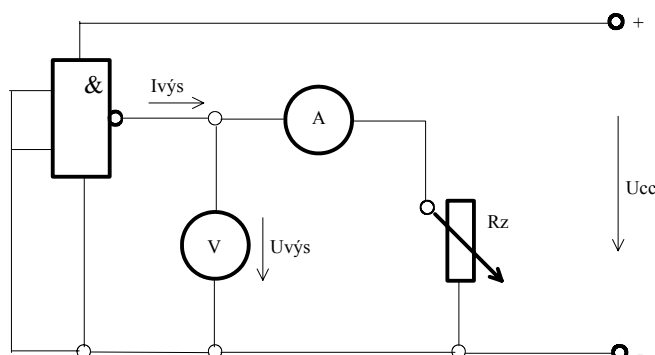
TTL II

&1. Změřte a zakreslete výstupní charakteristiku hradla NAND.

Výstupní charakteristika je dvou typů : podle toho, zda se výstup nachází ve stavu logické nuly, či logické jedničky. Jde o závislost $U_{výst} = f(I_{výst})$.

&1.1 Je-li vstup ve stavu log 1, vtéká do obvodu proud I_{vst} . Výstup předchozího obvodu musí tedy tento proud dodat.

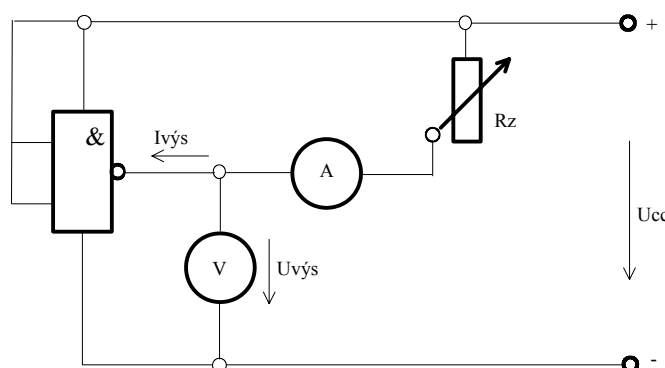
obr.1 $U_{výst} = H$



&1.2 Úlohu zapojte. Při měření postupujte z chodu naprázdno do I_{max} (dáno $R_z = 0$).

&1.3 Je-li vstup ve stavu log 0, vstupní proud z obvodu vytéká. Výstup předchozího obvodu (ve stavu L) musí tento proud přijmout.

obr.2 $U_{výst} = L$



&1.4 Úlohu zapojte. Při měření postupujte z chodu naprázdno do maximálně $I_{výst} = 30\text{mA}$.
poznámka :

Aby nedocházelo k přetěžování koncových tranzistorů logických členů a byly dodrženy napěťové úrovně platí pro zatěžovací odpory :

$$U_{výst} = H \quad R_Z > \frac{U_{CC}-0,4}{I_S} \quad \text{kde } I_S = 16\text{mA} (N = 10) \\ I_S = 48\text{mA} (N = 30)$$

$$U_{výst} = L \quad R_Z > \frac{2,4}{I_L} \quad \text{kde } I_L = 0,4\text{mA} (N = 10) \\ I_L = 1,2\text{mA} (N = 30)$$

&2. Změřte logický zisk hradla NAND.

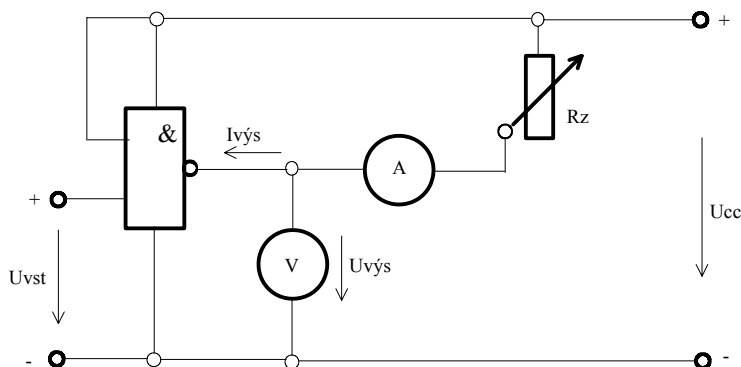
Logický zisk udává počet obvodů stejného typu, které lze připojit na výstup, aniž by se změnily hodnoty logických úrovní mimo platné meze. Je definován vztahem :

$$N \geq \frac{I_{Z0}}{I_{ZV}}$$

I_{Z0} - Proud zátěží při výstupu ve stavu L, při výstupním napětí 0,4V a při takové hodnotě U_{vst} , kdy hradlo právě překloupilo do stavu L.

I_{ZV} - Katalogová hodnota vstupního proudu následujícího hradla ve stavu L.

Obr.3 Zapojení pro měření logického zisku



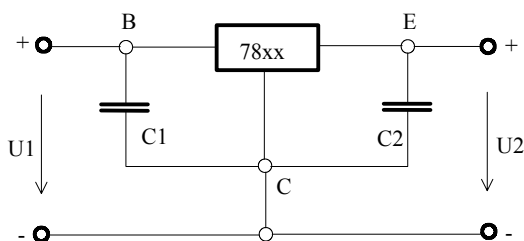
&2.1 Zjištěnou hodnotu logického zisku porovnejte s katalogovou.

MĚŘENÍ NA STABILIZÁTORECH

&1. Co je úkolem stabilizátoru napětí ?

&2. Na obr.1 máte základní zapojení sériového integrovaného stabilizátoru řady 78xx s interně nastavenou hodnotou kladného výstupního napětí (pro záporná napětí se vyrábí řada 79xx) Kondenzátory C_1 , C_2 jsou zapojeny na přípravku a přispívají ke stabilitě obvodu. Výrobce doporučuje jejich zapojení přímo na vývody 78xx

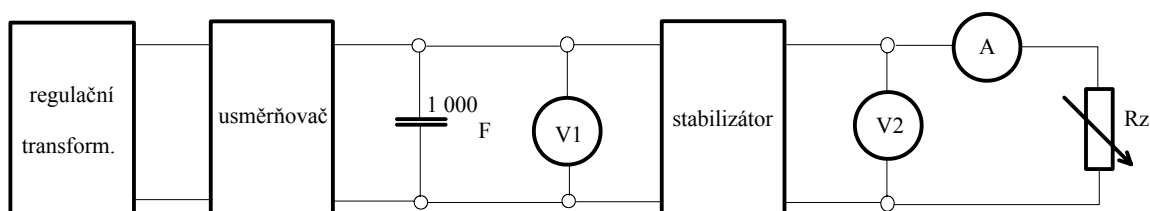
obr.1



&2.1 V katalogu vyhledejte mezní hodnoty int. stab. MA7805.

&2.2 Navrhněte velikost zatěžovacího odporu R_z tak, aby bylo možno měření provést v rozsahu proudů od $0,1I_n$ do I_n .

&2.3 Realizujte zapojení podle obr.2 a změřte zatěžovací charakteristiku $U_2 = f(I_2)$.



Pro správnou funkci stabilizátoru platí, že $U_1 \geq U_2 + 3V$ při dodržení podmínky $U_1 < U_{1max}$.

Změřte zatěžovací charakteristiku při nedodržení první podmínky. Zpracujte tabelárně i graficky.

3. Aplikace integrovaného stabilizátoru

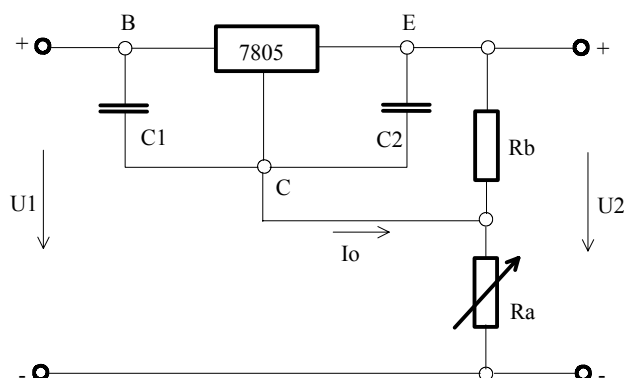
& 3.1 Zapojení pro dosažení jiného než konstrukčního napětí.

$$U_2 = U_{jm} + \frac{U_{jm}}{R_b} \cdot R_a + I_0 \cdot R_a$$

člen $R_a \cdot I_0$ lze zanedbat

$$U_2 = U_{jm} \left(1 + \frac{R_a}{R_b} \right)$$

R_b volíme 150Ω

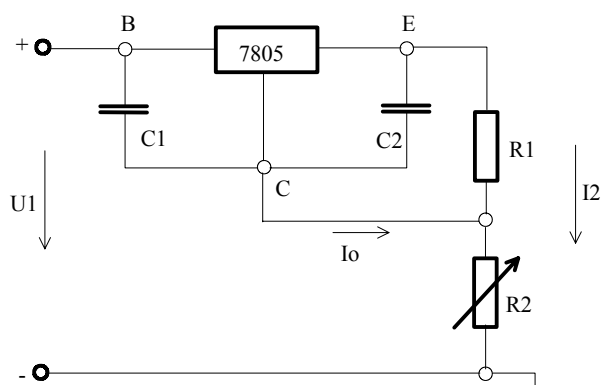


obr.3 Zapojení pro zvýšení napětí

&3.2 Vypočítejte hodnotu odporu R_a pro dosažení napětí 8 a 10V. Zapojení realizujte, případný rozdíl U_2 opravte změnou odporu R_a . Určete proud I_0 .

&3.3 Změřte zatěžovací charakteristiky. Zpracujte tabelárně a graficky.

&3.4 Zdroj konstantního proudu.



$$I_2 = \frac{U_{jm}}{R_1} + I_0$$

$$I_2 \leq 1A$$

I_0 lze zanedbat.

obr.4 Zapojení zdroje proudu

&3.5 Vypočítejte hodnotu odporu R_1 pro $I_2 = 0,05A$. Odpor R_2 nabývá hodnot 0 až 200Ω . Určete potřebnou velikost vstupního napětí.

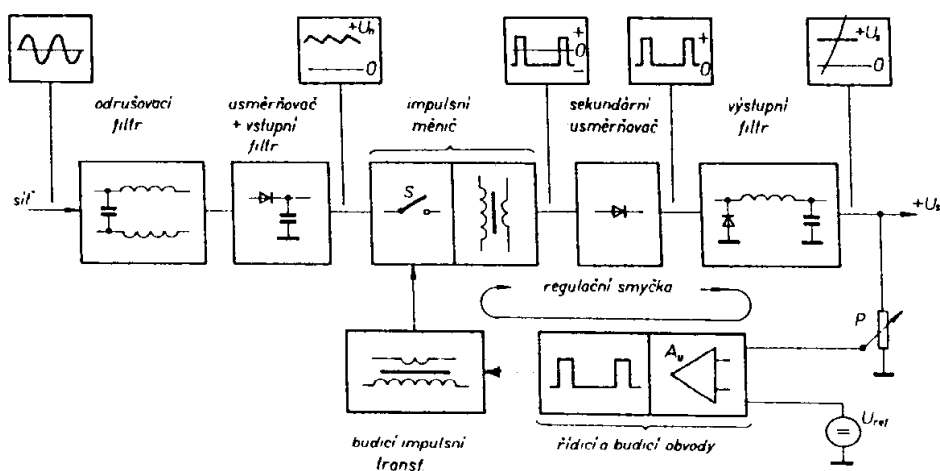
&3.6 Upravte zapojení, změřte zatěžovací charakteristiku $I_2 = f(U_{R2})$. Zpracujte tabelárně a graficky.

&3.7 Pro dosažení vyššího než konstrukčního napětí se používá též zapojení se Zenerovou diodou. Pokuste se navrhnout zapojení.

&3.8 Určete vztah popisující výstupní napětí a vyberte z katalogu vhodnou diodu pro dosažení napětí 14V.

MĚŘENÍ NA IMPULSNĚ SPÍNANÉM ZDROJI

obr.1 Základní schéma stabilizátoru napětí s regulací na primární straně impulsního měniče.

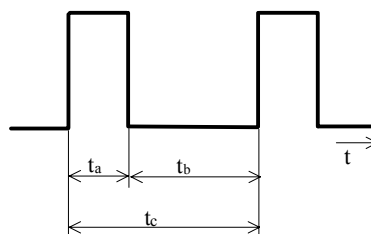


&1. Základním principem a současně podstatnou odlišností impulsní regulace od regulace klasické je její nespojitost. Výstupní napětí U_s je tedy stabilizováno zásahy výkonového regulačního členu pouze v určitých časově omezených intervalech T_a . U spojitého lineárního regulátoru ovládá odchylka výstupního napětí od jmenovité velikosti ($k \cdot U_s - U_{ref}$) spojitě a proporcionálně okamžitý "odpor" výkonového regulačního členu tak, aby výstupní napětí U_s bylo konstantní. Z toho vyplývá velká poměrná výkonová ztráta na regulačním členu a malá účinnost. U impulsní regulace pracuje regulační prvek (tranzistor) jako řízený spínač. Proud jím tedy prochází jen po určitý interval pracovního cyklu. Výkonová ztráta je tedy výrazně nižší.

&1.1 Popis funkce zdroje z obr.1

V síťovém přívodu zdroje je zařazen nezbytný širokopásmový odrušovací filtr. Síťové napětí se usměrňuje a vyhlazuje jednoduchým kondenzátorovým filtrem. Stejnoseměrné napětí se přivádí na regulační výkonový spínací tranzistor, jehož zátěž tvoří primární vinutí transformátoru napětěvého měniče, pracujícího v ultrazvukové oblasti (desítky KHz). Impulsní proud procházející primárním vinutím transformátoru měniče indukuje v jeho sekundárním vinutí napětí, usměrňované rychlým diodovým výkonovým usměrňovačem a vyhlazované v obvodu výstupního filtru. Vyhlazené výstupní napětí U_s se porovnává s referenčním napětím U_{ref} , odchylka vhodným způsobem ovládá poměr intervalů T_a/T_b pracovní periody T_c .

obr.2 Pracovní cyklus regulátoru.



&2. Vnitřní struktura pracovního cyklu může být ovládána třemi způsoby.

1) Perioda T_c je konstantní. Regulaci je možné ovládat poměrem T_a/T_b .

Pokuste se popsat další dvě možnosti.

&3. Výhody impulsně regulovaných zdrojů :

- Velká energetická účinnost (běžně přes 60% u moderních konstrukcí až 80%).
- Velké výstupní výkony (proudy až stovky A).
- Výhodné konstrukční parametry (impulsní transformátor měniče pracujícího s vysokým kmitočtem má pro stejný výkon mnohem menší rozměry a hmotnost).

&4. Nevýhody impulsně regulovaných zdrojů :

- Kmitočtové rušení (Je důsledkem spínacího pracovního režimu).
- Dynamické parametry (při skokových změnách zatěžovacího proudu z I_{zmin} na I_{zmax} a opačně vznikají překmity resp. podkmity). Impulsní regulace je tedy vhodná především pro napájení zařízení s konstantní, málo nebo relativně pomalu proměnnou zátěží.

&5. Součásti měničů

a) Cívky měničů : Pracovní kmitočtová oblast měničů (desítky KHz) vylučuje použití běžných plechů. Výhradně se používá feritů, jejichž ztráty jsou výrazně menší. Ovšem i ferity mají nedostatek a to malé sycení a malou permeabilitu. Malé sycení se eliminuje volbou pracovního kmitočtu při němž je průřez jádra přijatelný ($S \sim 1/f$).

b) Výkonové spínací tranzistory : Většinou je měnič napájen přímo usměrněným síťovým napětím (horní tolerance 240V). $U_{ce_{max}} = 2.2 \cdot 240 = 680V$

S rezervou vynucenou možnými překmity je minimální přípustné napětí $U_{ce_{max}} = 750V$.

Čím je vyšší kmitočet (kratší doba T_c), tím menší mohou být rozměry měniče (transformátor, filtr). Pracovní kmitočet je ovšem z horní strany omezen zvětšováním přepínacích ztrát tranzistoru. Novou kvalitu do oblasti impulsních spínačů zavádějí výkonové tranzistory řízené el. polem (nevyžadují prakticky žádný budicí výkon a mají vynikající dynamické spínací vlastnosti).

c) Diody měničů : Účinnost, ekonomický pracovní kmitočet i mezní parametry (U_s , I_z) měničů v zásadní míře ovlivňují diodové spínače. Kritickými parametry při jejich použití ve výkonové části jsou čelní napětí U_{ak} a závěrná doba zotavení t_{rr} . Např. při $I_z = 20A$ a $U_{ak} = 1.2V$ vzniká na diodě výkonová ztráta 24W. Nepříznivě se projevuje rovněž doba t_{rr} zvětšující přepínací ztráty. Proto se používají velmi rychlé epitaxní a Schottkyho diody.

&6. Dle schéma na obr.3 realizujte impulsně řízený zdroj.

&6.1 Popište jeho funkci.

&6.2 Vstupní napětí nastavte na takovou velikost, aby při nejvyšším poměru T_a/T_b bylo výstupní napětí 24V.

&6.3 Změřte závislost výstupního napětí na poměru T_a/T_b . Zpracujte tabelárně a graficky.

&6.4 Nastavte poměr $T_a/T_b = 1$. Postupně sledujte průběhy napětí na

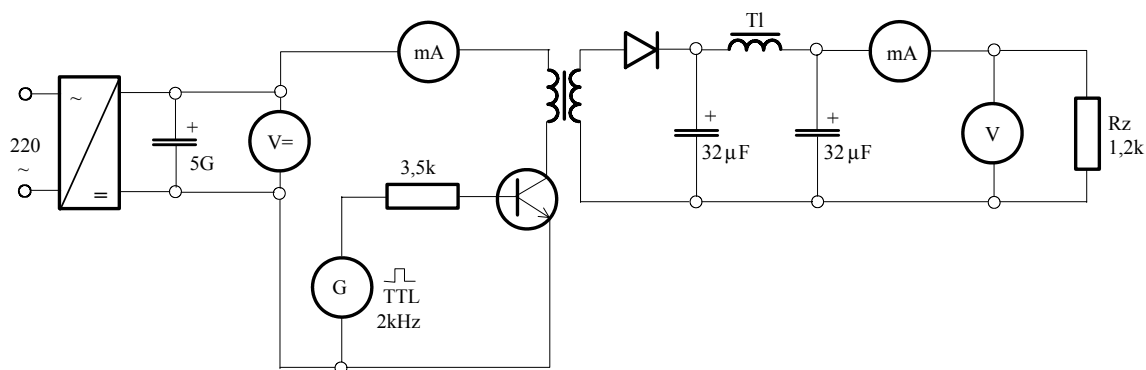
- a/ bázi spínacího tranzistoru
- b/ kolektoru tranzistoru
- c/ výstupu transformátoru
- d/ nárazovém kondenzátoru výstupního obvodu
- e/ zátěži

Jednotlivé průběhy načrtněte.

&6.5 Určete účinnost zdroje :

- 1/ při minimálním poměru T_a/T_b
- 2/ při maximálním poměru T_a/T_b
- 3/ při poměru $T_a/T_b = 1$

&6.6 Zaměňte svorky výstupního vinutí transformátoru. Jak se změnilo výstupní napětí ? Pokuste se vysvětlit.



obr.3 Impulsně řízený zdroj

MĚŘENÍ NA OPERAČNÍCH ZESILOVAČÍCH I

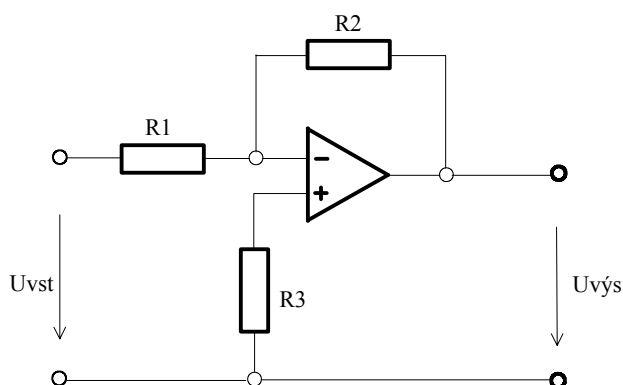
&1. Jakými vlastnostmi se OZ blíží ideálním zesilovačům ?

&2. Vypište z katalogu potřebné charakteristické a mezní parametry OZ MAA 741.

&2.1 Naznačte způsob vytvoření symetrického napájení OZ pomocí dvou stejných zdrojů stejnosměrného napětí.

&3. Navrhněte hodnoty napájecího napětí a zpětnovazebních odporů pro invertující a neinvertující zesilovač.

&3.1 INVERTUJÍCÍ ZESILOVAČ



- napájecí napětí $U_{CC} = \dots\dots$

- pro $A_u = 10$ a $R_2 = 100 \text{ k}\Omega$

navrhněte velikost odporu R_1

- odporem R_3 kompenzujeme vstupní klidový proud

odpor R_3 určete ze vztahu :

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

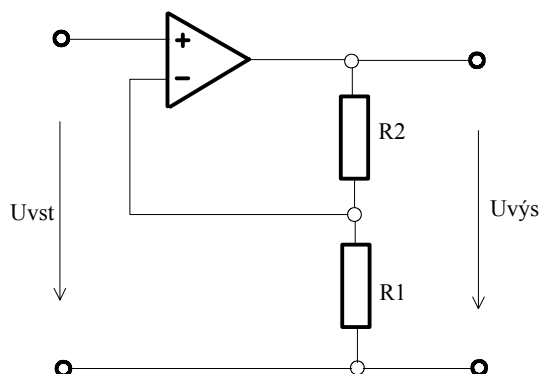
výsledek zaokrouhlete na nejbližší hodnotu z řady E12

- pro stejnosměrný signál je $R_{VST} = R_1$, jakou hodnotu bude mít odpor R_2 , jestliže chceme vytvořit invertor jehož $R_{VST} = 10 \text{ k}\Omega$

&3.2 Zapojte invertující zesilovač, změřte jeho zesílení a ověřte, že výstupní signál je fázově posunut o 180° . Uvedené schéma doplňte potřebnými přístroji (dvoukanálový osciloskop, generátor obdélníkových impulsů). Zobrazené průběhy načrtněte.

&4. NEINVERTUJÍCÍ ZESILOVAČ

- napájecí napětí $U_{CC} = \dots\dots$



- pro $A_u = 11$ a $R_2 = 100 \text{ k}\Omega$ navrhnete velikost odporu R_1

- $R_{VST} = R_{CM}$ - což je hodnota odporu mezi vstupem zesilovače a zemí a je udávána v katalogu výrobcem.

&4.1 Jaká je výhoda neinvertujícího OZ proti invertujícímu z hlediska vstupního odporu.

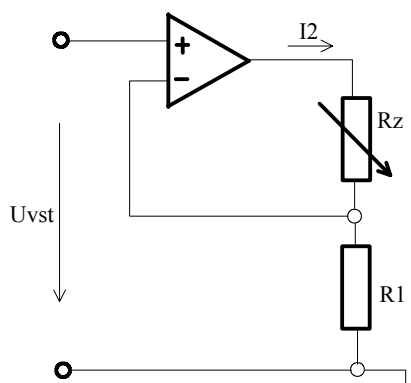
&4.2 Zapojte neinvertující zesilovač, změřte jeho zesílení a ověřte, že výstupní signál je ve fázi se vstupním. Zapojení doplňte potřebnými přístroji (dvoukanálový osciloskop, generátor

obdélníkových impulsů). Zobrazené průběhy načrtněte.

&4.3 Upravte zapojení tak, aby jste vytvořili napěťový sledovač a ověřte, že platí $u_1 = u_2$. Kdy se toto zapojení používá ?

&5. ZESILOVAČ S VLASTNOSTÍ ZDROJE PROUDU

a) s použitím neinvertujícího zapojení



- napájecí napětí $U_{CC} = \dots\dots$

- $R_{VST} = R_{CM}$

&5.1 Určete velikost odporu R_1 , jestliže při vstupním napětí 5V chceme vytvořit z OZ zdroj proudu o velikosti 5mA.

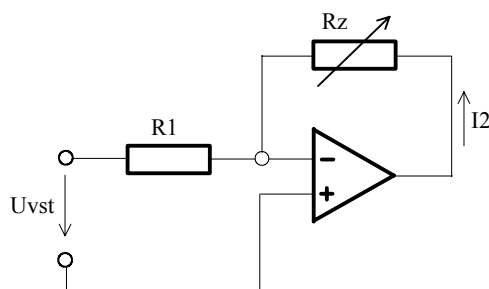
$$I_2 = \frac{U_{VST}}{R_1}$$

&5.2 Ověřte, že velikost I_2 nezávisí na hodnotě odporu R_z až do určitého R_{Zmax} . Experimentálně zjistěte velikost R_{Zmax} a porovnejte s vypočtenou hodnotou. Zapojení doplňte potřebnými přístroji a realizujte.

$$R_{Zmax} = \frac{U_{2max}}{I_2} - R_1$$

b) s použitím invertujícího zesilovače

- napájecí napětí $U_{CC} = \dots\dots\dots$



- $R_{VST} = R_1$

&5.3 Určete velikost odporu R_1 , jestliže při vstupním napětí 5V chceme vytvořit z operačního zesilovače zdroj proudu o velikosti 5 mA.

$$I_2 = \dots\dots\dots$$

&5.4 Ověřte, že velikost I_2 nezávisí na odporu R_z až do určitého R_{Zmax} . Experimentálně zjistěte velikost R_{Zmax} a

porovnejte s vypočtenou hodnotou.

$$R_{Zmax} = \dots\dots\dots$$

Zapojení doplňte potřebnými přístroji a realizujte.