|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **GYMNÁZIUM a STŘEDNÍ PRŮMYSLOVÁ ŠKOLA ELEKTROTECHNIKY A INFORMATIKY FRENŠTÁT p. R.** | Jméno:  Daniel Pospišilík | | | Podpis: |
| Název měření: | | | | Třída: T4A Skupina: 2 |
| Měření na generátoru funkcí | | | | Číslo měření: 6 |
| Zkoušené předměty:  Komparátor, integrátor, generátor funkcí | | | | Změřeno dne: 12.11.2024  Známka: |
| Vyučující: Ing. V. Kokeš |
| Funkce při měření: měřič, zapisovač | | Spoluměřící: - | | |
| Schémata:  Neinvertující komparátor s hysterezí    Invertující integrátor    Generátor funkcí | | | | |
| Poznámky učitele: | | | Známka:  Datum: | |

**ÚKOL MĚŘENÍ:**

1. Ověřte činnost neinvertujícího komparátoru s hysterezí, při buzení trojúhelníkovým signálem.
2. Ověřte činnost invertujícího integrátoru, při buzení obdélníkovým signálem.
3. Ověřte činnost generátoru funkcí sestaveného z předchozích dvou obvodů.

**POUŽITÉ PŘÍSTROJE**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **Název, typ** | **Výrobní číslo** | **Doplňující údaj** |
|  | RC Didactic s příslušenstvím |  |  |
|  | PC s příslušenstvím |  |  |
|  | Čítač TF930 | 569282 |  |

**POSTUP MĚŘENÍ:**

Zapojili jsme neinvertující komparátor podle prvního schématu. Hodnoty odporů byly zadány učitelem: R1 = 100 kΩ, R2 = 200 kΩ. Z kanálu „analog output“ jsme přivedli na vstup komparátoru napětí U1. Výstupní napětí komparátoru jsme přivedli na vstup osciloskopu do kanálu B. Spustili jsme program RC2000, kde jsme zvolili režim osciloskop + generátor. Nastavili jsme rozsahy vstupního a výstupního napětí na ±10 V. V editoru jsme nasimulovali napětí U1, které mělo trojúhelníkový průběh s amplitudou větší než ±5 V a menší než ±10 V. Po naměření průběhu jsme si pomocí kurzorů zjistili hysterezní napětí a rozkmit amplitud výstupního napětí. Vypočetli jsme teoretickou hodnotu hysterezního napětí a určili relativní chybu. Tento průběh jsme následně vytiskli.

Invertující integrátor jsme zapojili podle třetího schématu, protože jej nelze měřit samostatně. Hodnoty součástek byly zadány učitelem: R1 = 100 kΩ, R2 = 200 kΩ, R3 = 200 kΩ a C1 = 200 nF. Aby zapojení fungovalo, musela být splněna podmínka, že odpor R2 musí být větší než odpor R1. V programu RC2000 jsme přepnuli režim na osciloskop. Upravili jsme rozsahy napětí U2 a U4 na ±10 V a rozsah časové osy podle potřeby. Napětí U2 jsme přivedli na kanál B a napětí U4 na kanál A. Po změření průběhu jsme pomocí kurzorů zjistili kladnou a zápornou amplitudu vstupního napětí, dobu půlperiody a rozkmit amplitud výstupního napětí. Vypočítali jsme teoretickou hodnotu rozkmitu amplitud výstupního napětí pomocí integrálu a určili relativní chybu. Naměřené průběhy jsme vytiskli.

Generátor funkcí jsme měřili se stejným zapojením jako u invertujícího generátoru, hodnoty součástek zůstaly stejné. Zde jsme změřili pouze frekvenci pomocí čítače. Pro odvození teoretické hodnoty frekvence jsme použili předchozí vzorce. Nakonec jsme určili relativní chybu.

**PŘÍKLADY VÝPOČTU:**

**1. Neinvertující komparátor**

Naměřené hysterezní napětí:

kladná hodnota vstupního napětí v místě 1. kurzoru ve vykresleném grafu  
neinvertujícího komparátoru s hysterezí

záporná hodnota vstupního napětí v místě 2. kurzoru ve vykresleném grafu  
neinvertujícího komparátoru s hysterezí

Rozkmit amplitud výstupního napětí:

kladná amplituda výstupního napětí (hodnota napětí U2 v místě 1. kurzoru  
ve vykresleném grafu neinvertujícího komparátoru s hysterezí)

záporná amplituda výstupního napětí (hodnota napětí U2 v místě 2. kurzoru  
ve vykresleném grafu neinvertujícího komparátoru s hysterezí)

Teoretické hysterezní napětí:

Relativní chyba:

**2. Invertující integrátor**

Půlperioda:

čas v místě 1. kurzoru ve vykresleném grafu integrátoru a generátoru funkcí

čas v místě 2. kurzoru ve vykresleném grafu integrátoru a generátoru funkcí

Kladná amplituda vstupního napětí (hodnota napětí U3 v místě 2. kurzoru ve vykresleném grafu integrátoru a generátoru funkcí)

Teoretický rozkmit amplitud výstupního napětí:

Naměřený rozkmit amplitud výstupního napětí:

záporná amplituda výstupního napětí U4 (hodnota napětí U4 v místě 2. kurzoru ve vykresleném grafu integrátoru a generátoru funkcí)

kladná amplituda výstupního napětí U4 (hodnota napětí U4 v místě 1. kurzoru ve vykresleném grafu integrátoru a generátoru funkcí)

Relativní chyba:

**3. Generátor funkcí**

Výpočet teoretické frekvence:

Podle předchozích zapojení platí:

Vyjádříme čas t1 ze vzorce pro výpočet teoretického rozkmitu amplitud u integrátoru:

Známe výpočet hysterezního napětí u neinvertujícího komparátoru ():

Jestliže , dosadíme do vyjádřeného vzorce pro:

Jestliže , dosadíme dále do vyjádřeného vzorce pro:

Z grafu víme, že , tudíž je možno vyjádřit periodu:

Pomocí periody lze vypočítat frekvenci:

Frekvence, naměřená čítačem:

Relativní chyba:

**ZHODNOCENÍ:**

Neinvertující komparátor převádí trojúhelníkový signál na vstupu na obdélníkový průběh na výstupu, což jsme ověřili měřením. Na grafu lze vidět, že průběh výstupního napětí byl fázově posunut vůči vstupnímu napětí, v důsledku použité zpětné vazby. Teoretická hodnota hysterezního napětí = 7,55 V, zatímco skutečná hodnota hysterezního napětí = 8,2 V. Relativní chyba δ mezi těmito hodnotami činí -7,92 %. Neinvertující komparátor pracoval správně.

Zapojený integrátor pracoval správně, tato skutečnost vyplývá z grafu – obdélníkový průběh vytváří průběh trojúhelníkový. Relativní chyba mezi naměřenou hodnotou rozkmitu amplitud = -7,5 V a teoretickou hodnotou rozkmitu amplitud = -7,505 V činí 0,06 %.

Generátor funkcí pracuje správně, komparátor generuje obdélníkový signál, který se přivede na vstup integrátoru. Integrátor generuje trojúhelníkový signál, který se přivede na vstup komparátoru. Tato smyčka se neustále opakuje. Relativní chyba mezi vypočtenou frekvencí = 12,5 Hz a změřenou frekvencí = 12,502 Hz pro toto zapojení činí-0,02 %. Experimentem jsme zjistili, že při nedodržení podmínky R2 > R1 generátor funkcí nefunguje.