

MĚŘENÍ FÁZOVÉHO ZÁVĚSU

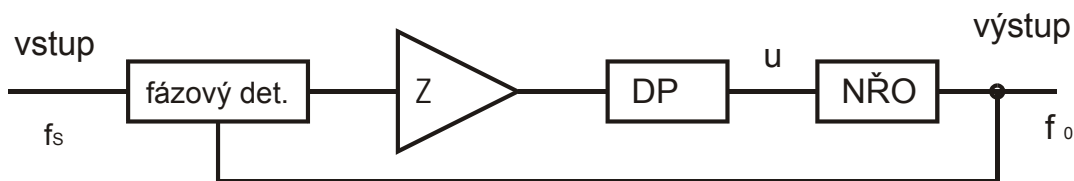
ZADÁNÍ

- 1) Seznamte se s principem činnosti fázového závěsu a jeho základních částí (fázový detektor, zesilovač s dolní propustí a napětově řízený oscilátor).
- 2) Změřte závislost kmitočtu napětově řízeného oscilátoru na jeho vstupním napětí v rozsahu napětí 1,5 – 10 V ss.
- 3) Změřte závislost výstupního napětí fázového detektoru v závislosti na fázovém posuvu sinusového a TTL signálu na vstupech IN1 a IN2. Generátory budou fázově synchronizovány na kmitočtu $f = 15 \text{ kHz}$.
- 4) Propojte svorky OUT a IN2 přípravku a změřte závislost výstupního napětí fázového detektoru s filtrem na vstupním kmitočtu v oblasti klidového kmitočtu f_0 . Určete rozsah synchronizace a rozsah zachycení fázového závěsu. Pro měření použijte generátor signálu TTL, generátor s fázovým závěsem, ss milivoltmetr, dvoukanálový osciloskop a čítač. Osciloskopem sledujte průběhy vstupního napětí, průběhy napětí napětím řízeného oscilátoru a rozsah zachycení.

ÚVOD

Fázový závěs (obvod fázové synchronizace, PLL) je elektronický obvod, který využívá zpětnou vazbu k synchronizaci kmitočtu napětím řízeného oscilátoru s kmitočtem vstupního signálu.

Blokové schéma



Obvod tvoří tři základní bloky:

- fázový detektor
- zesilovač a dolní propust
- napětím řízený oscilátor

Fázový detektor

Požaduje se, aby jeho výstupní napětí bylo závislé na fázovém rozdílu mezi vstupním napětím a napětím zpětnovazební smyčky. Pro činnost smyčky je vhodné, aby při větším rozdílu kmitočtů f_s a f_0 pracoval jako kmitočtový detektor, tj. aby jeho napětí bylo úměrné rozdílu obou

kmitočtů. Řízením kmitočtu NŘO lze potom dosáhnout synchronizace („zachycení“) kmitočtu. Po zachycení pracuje obvod tak, že vyhodnocuje fázový rozdíl.

Zesilovač s dolní propustí

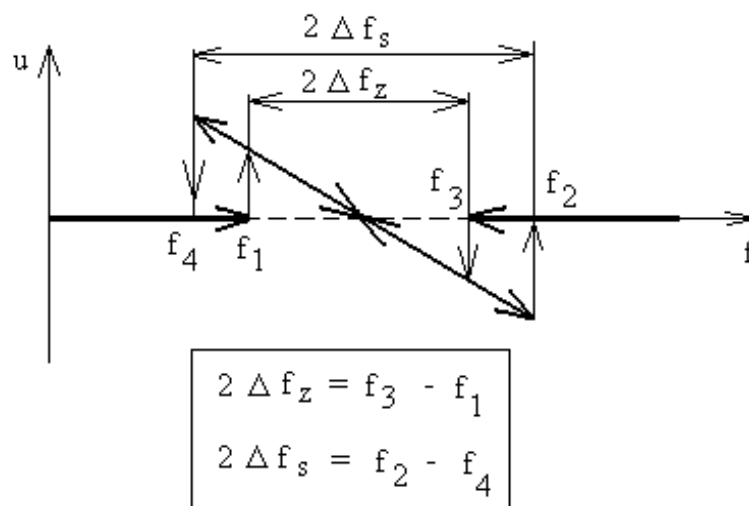
Zesiluje výstupní napětí fázového detektoru a získané napětí je filtrováno dolnofrekvenční propustí.

Napětím řízený oscilátor NŘO (VCO)

Kmitočet napětí na jeho výstupu je řízen napětím. Na vyšších frekvencích se nejčastěji používá oscilátorů s rezonančním obvodem, jehož součástí je varikap. Na nižších frekvencích je možno použít napětově řízených multivibrátorů. Na vlastnosti fázového závěsu ve statickém režimu má zásadní vliv především zisk a linearita fázového detektoru, linearita NŘO a stabilita těchto obvodů. Z hlediska dynamických vlastností, tj. při proměnném vstupním kmitočtu, má zásadní vliv přenosová charakteristika dolní propusti.

Základní pojmy

Převodní charakteristika fázového detektoru:



Klidový pracovní kmitočet f_0 – je kmitočet NŘO, když jeho vstup není řízen a napětím

Rozsah synchronizace $2\Delta f_s$ – rozsah kmitočtů, při kterých kmitočet NŘO sleduje vstupní kmitočet

Rozsah zachycení $2\Delta f_z$ – maximální rozsah kmitočtů, při kterém dojde k zasynchronizování

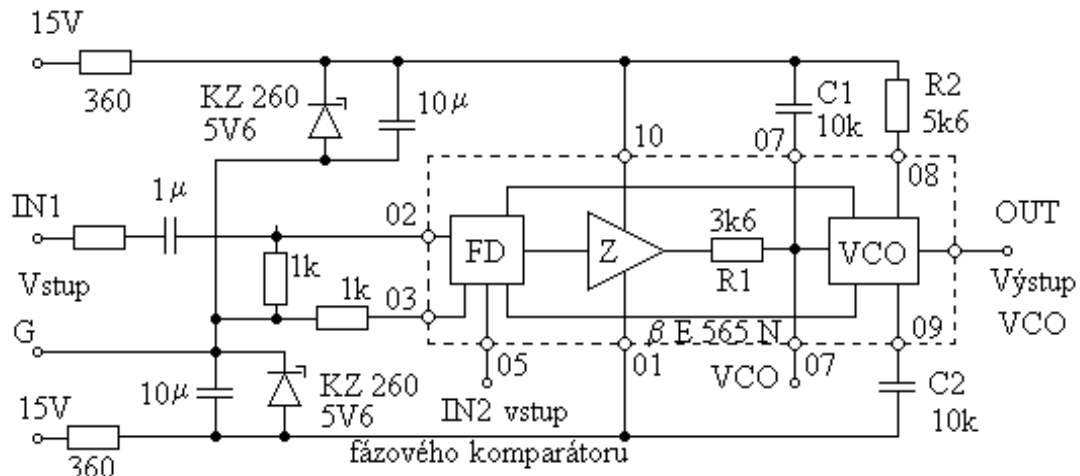
Doba zavěšení – čas potřebný k zasynchronizování při náhlé změně vstupního kmitočtu

Příklady použití fázového závěsu

Pro kmitočtovou syntézu, jako kmitočtový demodulátor, synchronní detektor amplitudově modulovaného signálu, selektivní úzkopásmový zesilovač atd.

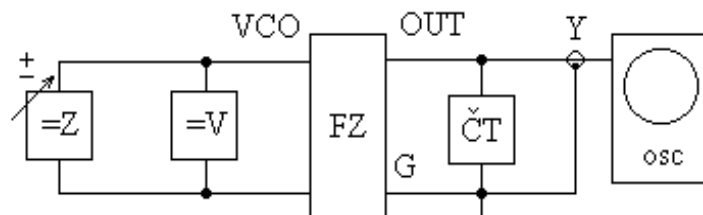
SCHÉMA

Schéma zapojení přípravku

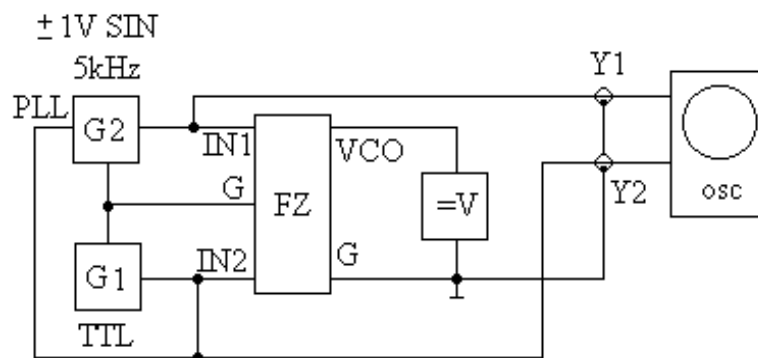


V přípravku je použit monolitický obvod βE 656, který obsahuje základní části nutné pro vytvoření fázového závěsu.

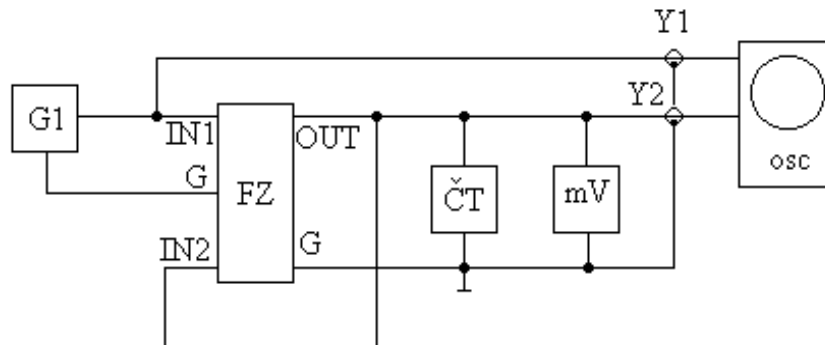
Měření kmitočtové charakteristiky VCO



Měření charakteristiky fázového detektoru



Měření vlastností fázového závěsu



POPIS MĚŘENÍ

- 1) Prostudovat zapojení přípravku, popis činnosti fázového závěsu a jeho základních parametrů.
- 2) Nastavujte postupně napětí ss zdroje v zadaném rozsahu napětí a pomocí čítače měřte kmitočet napěťově řízeného oscilátoru. Průběh napětí na výstupu sledujte osciloskopem. Klidový pracovní kmitočet vypočtete podle vztahu

$$f_0 = \frac{1,2}{4 \cdot R_2 C_2} = \quad \text{a proveďte jeho kontrolu měřením.}$$

Závislost $f = F(u_{ss})$ vyneste graficky.

- 3) Zapojte oba generátory a přípravek podle schéma. U generátoru G1 použijte výstup TTL, generátor G2 nastavte do režimu fázového závěsu (PLL). Oba generátory fázově zasynchronizujte při kmitočtu $f = 15 \text{ kHz}$ a na generátoru G2 nastavte sinusové napětí o amplitudě $\pm 1 \text{ V}$. Postupně měňte fázový posuv obou signálů, jeho velikost měřte osciloskopem a vyhodnocujte napětí na výstupu fázového detektoru. Závislost $u_{FD} = f(\varphi)$ vyneste graficky a vyhodnoťte.
- 4) Zapojte obvod podle schéma jako fázový závěs s propojenými svorkami OUT a IN2 a sinusové napětí generátoru $u_{ss} = 2 \text{ V}$ přiveďte na vstup IN1. Postupně měňte kmitočet generátoru v okolí klidového kmitočtu napěťově řízeného oscilátoru. Kontrolujte činnost fázového závěsu (zavěšení) pomocí čítače i pomocí dvoukanálového osciloskopu a měřte ss napětí na výstupu fázového detektoru. Z grafu $u_{FD} = F(f)$ určete rozsah synchronizace a rozsah zachycení.

NAMĚŘENÉ A VYPOČTENÉ HODNOTY

ZÁVĚR