

MĚŘENÍ FREKVENCE POMOCÍ LISSAJOUSOVÝCH OBRAZCŮ

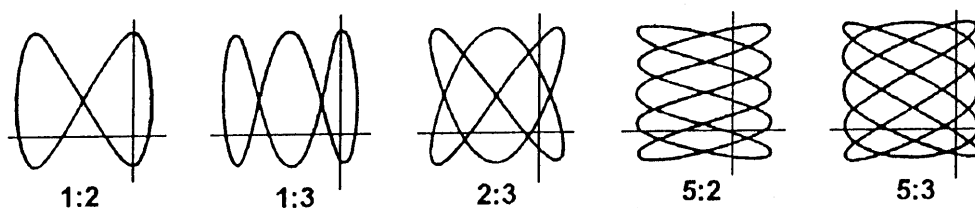
Provoz XY, kdy je časová základna odpojována od vstupu horizontálního zesilovače, tvoří další ze základních metod práce s osciloskopem. Při tomto provozu dostáváme na obrazovce okamžitý pravouhlý vektorový součet dvou signálů, z nichž jeden přivádíme na systém X a druhý na systém Y (tj. na horizontální a vertikální zesilovač osciloskopu). Tímto způsobem lze např. určovat frekvenci, fázi a hloubku modulace měřených elektrických signálů. V lékařství tato metoda umožňuje prostorové a časové zobrazení elektrické aktivity srdečních vláken, tj. tzv. vektokardiografii.

Měření frekvence osciloskopem při provozu XY je vlastně srovnávací metodou měření kmitočtu, při níž se využívá znázornění Lissajousových obrazců. Lissajousovy obrazce vznikají obecně skládáním kolmých kmitů, jejichž frekvence jsou v poměru přirozených čísel. Tuto metodu je vhodné použít, pokud oba signály, jejichž kmitočty srovnáváme, jsou harmonické, příp. liší-li se od harmonických jen málo.

Na vstup vertikálního zesilovače osciloskopu přivedeme jeden signál, jehož konstantní kmitočet označíme f_V (srovnávací kmitočet ze sítě rozvodu) a na vstup horizontálního zesilovače druhý signál, jehož nastavitelný kmitočet označíme f_H (signál z laditelného generátoru). Měníme kmitočet generátoru až dosáhneme na stínítku obrazovky ustáleného Lissajousova obrazce, jehož tvar závisí na poměru kmitočtů a na vzájemné fázi obou signálů. Poměr kmitočtů stanovíme potom tak, že vedeme přes obrazec myšlenou vodorovnou a svislou přímkou, která neprochází vlastními průsečíky obrazce (obr.7.4). Protíná-li vodorovná přímkou obrazec v n_H bodech a svislá přímkou v n_V bodech, je poměr kmitočtů dán vztahem:

$$\frac{f_V}{f_H} = \frac{n_H}{n_V}$$

Abychom vyloučili omyl při hodnocení složitějších obrazců (zvláště při vzájemném fázovém posuvu obou signálů), snažíme se vždy dosáhnout obrazce co nejjednoduššího, tj. nejlépe případu poměru kmitočtů 1 : 1. Přesnost těchto měření je dána frekvenčním rozsahem a kvalitou srovnávacího generátoru.



Obr.7.4 Zjištění poměru frekvencí z Lissajousova obrazce.

V naší úloze budeme při znázorňování Lissajousových obrazců srovnávat signál o známém kmitočtu (kmitočet sítě 50 Hz) se signálem generátoru s vybranými kmitočty pro poměry frekvencí $f_H : f_V$ (tj. X:Y): 1:1, 2:1, 2:3, 1:2, 1:3, 1:4.

Souvislosti:

Princip použití osciloskopu při provozu XY, využívaný původně pro měření parametrů signálů v elektrotechnice, se také objevuje v některých oblastech lékařské diagnostické techniky, kde je třeba znázornit zpracované biosignály ve dvourozměrném zobrazení

(vektokardiografie, monitory ultrazvukové techniky atd.). Pochopení tohoto principu funkce osciloskopu je nutným předpokladem k poznání činnosti v současné době tak rozšířené monitorovací techniky.

Požadované znalosti:

Popis a funkce osciloskopu a jeho částí, podstata činnosti osciloskopu při provozu XY (viz kap. 6.5).

Potřeby k měření:

Osciloskop, generátor střídavého napětí (dále jen "generátor"), síťový transformátor, propojovací vodiče.

Pracovní postup:

1. Propojovacími vodiči spojte výstupní svorky síťového transformátoru se vstupem vertikálního zesilovače osciloskopu. Uvedte do provozu osciloskop a připojte k síti transformátor. Osciloskop přepněte do provozu XY (časová základna vypnuta, na vstup horizontálního zesilovače připojen konektor pro vnější signál) a přepínáním vychylovacího činitele vertikálního zesilovače nastavte maximální výšku stopy v rozmezí měřicího rastru obrazovky. Nastavte optimální jas a ostrost stopy.

2. Propojovacími vodiči připojte výstup generátoru na vstup horizontálního zesilovače. Uvedte do provozu generátor, nastavte frekvenci 50 Hz a regulátory výstupního napětí upravte rozměry Lissajousova obrazce na vhodnou velikost (se stejnou výškou a šířkou obrazu). Jemným doladěním frekvence generátoru nastavte obrazec pro poměr frekvencí 1 : 1 (dle vzájemného fázového posunu obou signálů se zobrazí kružnice, elipsa nebo šikmá úsečka). Tento obrazec si zakreslete.

3. Na generátoru volte postupně frekvence 25, 75, 100, 150 a 200 Hz, nastavte vždy příslušný Lissajousův obrazec vyjadřující poměr srovnávaných kmitočtů a všechny obrazce si zakreslete. Naznačte proložení přímek pro jejich hodnocení.

4. Na základě výše uvedeného vztahu vyjádřete správný poměr kmitočtů přiváděných na horizontální f_H a vertikální f_V zesilovač osciloskopu, a to u každého Lissajousova obrazce.

Doporučená struktura protokolu:

- blokové schéma zapojení přístrojů a síťového transformátoru
- nákres Lissajousových obrazců pro všechny sledované poměry kmitočtů a jejich vyhodnocení (proložení přímek, dosazení do vzorce)
- zdůvodnění případných odlišných či zkreslených obrazců.