



GRAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K PATENTU

216845

(11) (B2)

(51) Int. Cl.³

H 03 H 9/00

(22) Přihlášeno 24 03 78

(21) (PV 5520-78)

(32) (31) (33) Právo přednosti od 29 08 77
(TE-886) Maďarská lidová republika

(40) Zveřejněno 26 02 82

(45) Vydáno 15 01 85

(72)
Autor vynálezu BOGLÁR GYULA, BUDAPEŠŤ (MLR)

(73)
Majitel patentu TELEFONGYÁR, BUDAPEŠŤ (MLR)

(54) Úzkopásmový krystalový filtr v můstkovém zapojení

1

Vynález se týká krystalového filtru v můstkovém zapojení, který obsahuje vstupní transformátor opatřený sekundárním vinutím se středním vývodem, přičemž na jeden konec sekundárního vinutí vstupního transformátoru je připojena větev můstku obsahující krystal přemostěný kondenzátorem, zatímco ostatní větve můstku sestávají z kondenzátorů.

V různých sdělovacích zařízeních a měřicích přístrojích jsou často potřebné filtry s velmi úzkou relativní šířkou pásma, aby bylo možné vybrat ze směsi kmitočtů signál určitého kmitočtu. LC a RC filtry obecně nejsou pro tento účel vhodné, neboť charakteristika filtru se musí mimo velmi úzké propustné oblasti vyznačovat také velmi strmým přechodem do oblasti závěrné, protože se velmi často v blízkosti kmitočtů, které mají být propuštěny, nacházejí jiné potřebné signály, které však nesmí být vpuštěny do obvodu, který je umístěn za pásmovým filtrem. Například u dvanáctikanálového kmitočtového multiplexního telefonního zařízení se podle doporučení CCITT nacházejí ve vzdálenosti ± 175 Hz od pilotního kmitočtu 80 kHz pro automatickou regulaci úrovně signály, jejichž úroveň je vyšší než úroveň pilotního signálu. Tyto signály jsou nezbytné pro provoz systému, a pilotní sig-

2

nál je třeba vybrat z množství těchto signálů pomocí pásmového filtru. V důsledku toho musí 80kHz pásmový filtr vykazovat ve vzdálenosti ± 175 Hz útlum okolo 35 až 40 dB. Filtr s tak vysokou strmostí a relativně úzkou šířkou pásma může být pochopitelně proveden jen jako filtr krystalový. Dalším požadavkem na tyto filtry je, že parametry filtru musí být velmi stabilní, to znamená, že v charakteristice a tlumících poměrech nesmějí během provozu nastat v oblasti provozních kmitočtů uvnitř zadané teplotní oblasti, popřípadě během určitého daného času, žádné změny, které by byly způsobeny teplotou, popřípadě stárnutím.

Výše zmíněné požadavky mohou být splněny vhodným dimenzováním filtru, avšak obecně nemohou být navržené filtry přesně realizovány. Proto je nutné brát v úvahu již během návrhu pozdější realizaci a hledat optimum mezi teoreticky nutnou šířkou pásma a praktickou realizovatelností. U známých řešení může výrobce, když musí být zajištěno velmi úzké propustné pásmo, volit mezi dvěma možnostmi. Je možné konstruovat komplikovaný filtr z prvků, které mají relativně velkou toleranci, přičemž takovýto filtr sestává z více částí, vyžaduje množství konstrukčních prvků a krystal a vykazuje relativně velký útlum v propust-

ném směru, na druhé straně však splňuje požadavek úzké šířky pásma. Takovýto filtr je pochopitelně v důsledku komplikované konstrukce nákladný. Druhá možnost spočívá v použití pouze malého počtu konstrukčních prvků, ale v tomto případě se použité prvky musí vyznačovat velmi úzkými tolerancemi a vysokou jakostí, aby bylo možné mimo malého počtu prvků dosáhnout úzkého propustného pásma a odpovídajícího strmého přechodu charakteristiky. Pochopitelně je takovýto filtr zhotoven z velmi nákladných prvků, a v důsledku toho tento filtr stojí prakticky ještě více, než filtr sestávající z většího počtu prvků.

Na druhé straně je třeba poznamenat, že u obou naposled jmenovaných řešení je útlum v propustném pásmu podstatně menší než u jiných řešení. Navržený a vyrobený filtr musí být poté naladěn a musí být nastavena předepsaná charakteristika. Přitom se nastavuje antirezonance krystalu filtru na předem vypočítanou hodnotu nebo symetricky ke středu propustné oblasti, pak se nastaví póly filtru změnou ostatních větví můstku. Tento postup nastavování poskytuje pravidelnou přenosovou charakteristiku, ale šířka pásma filtru závisí na přesnosti výroby krystalu, a proto mohou změny šířky pásma činit až 10 až 20 %. V tomto případě existují dvě možnosti, a sice buď použít krystal s vyšší přesností nebo zvýšit počet prvků filtru.

Tyto nevýhody jsou odstraněny u úzkopásmového filtru v můstkovém zapojení podle vynálezu, jehož podstatou je, že vstupní transformátor je laditelný a má větší šířku pásma než dvacetinásobek navržené šířky pásma krystalového filtru a ve větvi můstku obsahující krystal je v sérii s krystalem zapojen sériový kondenzátor, jehož kapacita c_L je určena rovnicí

$$c_L = \frac{f}{2\Delta f} c_1 - c_0,$$

v níž značí

f změřený sériový rezonanční kmitočet krystalu,

Δf rozdíl mezi změřeným sériovým rezonančním kmitočtem krystalu a vypočteným spodním mezním kmitočtem filtru,

c_0 paralelní kapacitu krystalu,
 c_1 sériovou kapacitu krystalu,

a kapacita c_p paralelního kondenzátoru uspořádaného ve větvi můstku obsahující krystal paralelně se sériovým zapojením krystalu a sériového kondenzátoru je určena rovnicí

$$c_p = c_{osz} - c_0,$$

v níž c_{osz} paralelní kapacitu vypočteného krystalu.

Vynálezem se podařilo vytvořit filtr, který sestává z malého počtu prvků o relativně velké toleranci, odpovídá s velkou přesností vypočítané charakteristice filtru a mimo relativně úzké šířky pásma o řádové velikosti okolo 10^{-3} vykazuje vysoký útlum v závěrné oblasti a nízký útlum v oblasti propustné. Vynález je založen na následujících poznatcích. Podstatným prvkem krystalového filtru je sám krystal filtru, a budou-li odpovídajícím způsobem nastaveny vlastnosti filtru, bude se podle očekávání chovat i celý filtr. Bylo zjištěno, že při nasazení sériových a paralelních kondenzátorů, které se nacházejí v určitém vztahu k vlastnostem krystalu, mohou být dosaženy velmi výhodné parametry krystalu. Dále bylo zjištěno, že při použití laditelného vstupního transformátoru, jehož šířka pásma je podstatně větší, než je předepsaná hodnota propustné oblasti filtru, může útlum v propustné oblasti filtru mít minimální hodnotu.

Příklad provedení úzkopásmového krystalového filtru v můstkovém zapojení podle vynálezu je zobrazen na výkresu.

Vstupní jednotka filtru je tvořena laditelným vstupním transformátorem 1, jehož sekundární vinutí je opatřeno středním vývodem. Vstupní svorky vstupního transformátoru 1 tvoří vstup IN obvodu. Střední vývod vstupního transformátoru 1 představuje jednu z výstupních svorek OUT filtru. Oba konce sekundárního vinutí jsou spojeny uhlopříčkovým kondenzátorem 7. Na jeden konec sekundárního vinutí je připojen jeden konec větve můstku, která obsahuje krystal 4, a druhý konec vinutí je připojen na jednu svorku větve kondenzátoru 6. Druhá svorka větve kondenzátoru 6 je spojena s druhým koncem větve můstku, která obsahuje krystal 4, a současně tvoří druhou výstupní svorku OUT obvodu filtru. Větev můstku, která obsahuje krystal 4, sestává mimo krystalu 4 ze sériového kondenzátoru 5, který je s krystalem 4 zapojen v sérii, a z pevného kondenzátoru 3 a nastavitelného kondenzátoru 2, které jsou paralelně připojeny k uvedenému sériovému zapojení a tvoří paralelní kondenzátor vůči krystalu 4.

Krystal 4 nutný pro filtr podle vynálezu se vybere tak, aby platil následující vztah mezi minimálním kmitočtem f_K katalogový údaj) krystalu 4 a vypočítaným spodním mezním kmitočtem f_A filtru:

$$f_A - f_K - \Delta f_K,$$

kde značí

Δf_K maximální přípustnou odchylku jmenovitěho kmitočtu krystalu 4 (katalogový údaj).

Vztah mezi kapacitou c_L sériového kondenzátoru 5 a měřeným sériovým rezonančním kmitočtem f krystalu 4 odpovídá následujícímu vzorci:

$$C_L = \frac{f}{2\Delta f} C_1 - C_0,$$

kde značí

Δf $f_A - f$,

C_0 paralelní kapacitu krystalu 4 (katalogový údaj)

C_1 sériovou kapacitu krystalu 4 (katalogový údaj)

Paralelní kondenzátor pro nastavení pólu je vytvořen z nastavitelného kondenzátoru 2, a z pevného kondenzátoru 3, který je k němu paralelně připojen. Mezi společnou kapacitou obou kondenzátorů a parametry filtru existuje následující vztah

$$C_p = C_{osz} - C_0,$$

kde značí

C_p kapacitu paralelního kondenzátoru, která se rovná součtu kapacit pevného kondenzátoru 3 a poloviny kapacity nastavitelného kondenzátoru 2

C_{osz} vypočítanou paralelní kapacitu krystalu 4

C_0 paralelní kapacitu krystalu 4 (katalogový údaj)

Vstupní transformátor 1 je laditelný a jeho šířka pásma je nejméně dvacetkrát větší než je navrhovaná šířka pásma filtru. Póly filtru, který je zhotoven tímto způsobem, mohou být nastaveny pomocí nastavitelného kondenzátoru 2, zatímco útlum v propustném pásmu se nastaví pomocí vstupního transformátoru 1.

Charakteristika filtru podle vynálezu odpovídá při minimálním počtu konstrukčních prvků s velkou přesností teoreticky vypočítané charakteristice filtru, i když nejsou kladeny žádné zvláštní požadavky na použití krystal 4. Filtr má také tu výhodu, že se jeho parametry v oblasti provozních teplot v průběhu relativně dlouhé doby nemění vlivem stárnutí a teplot. Z toho vyplývá, že filtr podle vynálezu může být vyroben podstatně levněji, než podobný filtr jiného typu.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Úzkopásmový krystalový filtr v můstkovém zapojení, který obsahuje vstupní transformátor opatřený sekundárním vinutím se středním vývodem, přičemž na jeden konec sekundárního vinutí vstupního transformátoru je připojena větev můstku obsahující krystal přemostěný kondenzátorem, zatímco ostatní větve můstku sestávají z kondenzátorů, vyznačující se tím, že vstupní transformátor (1) je laditelný a má větší šířku pásma než dvacetinásobek navržené šířky pásma krystalového filtru a ve větvi můstku obsahující krystal (4) je v sérii s krystalem (4) zapojen sériový kondenzátor (5), jehož kapacita C_L je určena rovnicí

$$C_L = \frac{f}{2\Delta f} C_1 - C_0,$$

v níž značí

f změřený sériový rezonanční kmitočet krystalu (4),

Δf rozdíl mezi změřeným sériovým rezo-

nančním kmitočtem krystalu (4) a vypočteným spodním mezním kmitočtem filtru,

C_0 paralelní kapacitu krystalu (4),

C_1 sériovou kapacitu krystalu (4),

a kapacita C_p paralelního kondenzátoru uspořádaného ve větvi můstku obsahující krystal (4) paralelně se sériovým zapojením krystalu (4) a sériového kondenzátoru (5) je určena rovnicí

$$C_p = C_{osz} - C_0,$$

v níž značí C_{osz} paralelní kapacitu vypočteného krystalu (4).

2. Úzkopásmový krystalový filtr podle bodu 1, vyznačující se tím, že paralelní kondenzátor uspořádaný ve větvi můstku obsahující krystal (4) sestává z pevného kondenzátoru (3) a z nastavitelného kondenzátoru (2) a kapacitu paralelního kondenzátoru tvoří celá kapacita pevného kondenzátoru (3) a poloviční kapacita nastavitelného kondenzátoru (2).

