



УКРАЇНА

(19) UA (11) 38172 (13) A

(51) 7 H04L25/14

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ  
НА ВИНАХІДвидається під  
відповідальність  
власника  
патенту

## (54) ШИРОКОПОЛОСНИЙ АКТИВНИЙ ПОЛОСОВИЙ ФІЛЬТР

(21) 2000063220

(22) 05.06.2000

(24) 15.05.2001

(33) UA

(46) 15.05.2001, Бюл. № 4, 2001 р.

(72) Рогальський Франц Борисович, Корніловська  
Наталія Володимирівна

(73) Херсонський державний технічний університет

(57) Широкополосний активний полосовий фільтр, що містить операційний підсилювач з інверсним входом і частотозалежним ланцюгом зворотного зв'язку і в якості частотозалежного ланцюга використано паралельно підключені один до одного паралельний та ланцюговий резонансні контури

налаштовані на одну і ту ж резонансну частоту, при цьому в ланцюговому резонансному контурі послідовно з індуктивністю та ємністю включено резистор для регулювання глибини зв'язку між контурами а також індуктивність паралельного резонансного контуру дорівнює індуктивності ланцюгового резонансного контуру, а ємність паралельного резонансного контуру дорівнює ємності ланцюгового резонансного контуру, **відрізняється** тим, що між прямим входом операційного підсилювача та загальним проводом підключено додатковий RLC ланцюг, а загальний вхід якого з'єднано з прямим входом операційного підсилювача за допомогою резистора.

Винахід відноситься до галузі радіотехніки та автоматики, зокрема, до автоматичних систем керування.

Відомо, що існує широкополосний активний полосовий фільтр (див.: Заявка Україна № 99021037), який є підсилюючим пристроєм на операційному підсилювачі з інверсним входом і частотозалежним ланцюгом зворотного зв'язку. Частотозалежним ланцюгом є LRC-ланцюг. LRC-ланцюг являє собою паралельне підключення один до одного паралельного та ланцюгового резонансного контурів, налаштованих на одну і ту ж резонансну частоту, при цьому в ланцюговому контурі послідовно з індуктивністю та ємністю включено резистор, що є елементом, який регулює глибину зв'язку між контурами. Індуктивність ланцюгового контуру дорівнює індуктивності паралельного контуру. Ємність ланцюгового контуру дорівнює ємності паралельного контуру.

Проте, такий широкополосний активний полосовий фільтр має недоліки, змістом яких є неможливість збільшення смуги проходження та неможливість її регулювання.

В основу цього винаходу покладена задача побудови широкополосного активного полосового фільтру, електрична схема якого мала б такі елементи та зв'язки між ними, які забезпечили б можливість регулювання смуги проходження.

Це забезпечується тим, що схема широкополосного активного полосового фільтру уск-

ладнюється. Використовується підсилюючий пристрій на операційному підсилювачі з інверсним та прямим входами. Вищезгаданий частотозалежний RLC-ланцюг використовується двічі. В якості ланцюга зворотного зв'язку, що включається між виходом операційного підсилювача і його інверсним входом. Та в якості елемента розподільного ланцюга, який включається між прямим входом операційного підсилювача та загальним проводом (нульового потенціалу). В розподільному ланцюгу послідовно з'єднані резистор, що підключений до входу підсилюючого пристрою, та RLC-частотозалежний елемент, що підключений до загального проводу. Середня точка розподільного ланцюга з'єднана з прямим входом операційного підсилювача. Вхід підсилюючого пристрою також з'єднано з інверсним входом операційного підсилювача через резистор.

На відміну від прототипу, в якому RLC- частотозалежний елемент використовується один раз, в пристрої, що заявляється, RLC- частотозалежний елемент використовується двічі. В прототипі підсилюючий пристрій на операційному підсилювачі побудовано з використанням тільки інверсного входу операційного підсилювача. В пристрої за винаходом підсилюючий пристрій на операційному підсилювачі побудовано з використанням інверсного і прямого входів операційного підсилювача. В прототипі RLC-частотозалежний елемент підключено між інверсним входом та виходом операційного

(19) UA (11) 38172 (13) A

підсилювача. В пристрої, що заявляється, RLC-частотозалежний елемент підключено так, як і в прототипі, а другий такий самий RLC-частотозалежний елемент підключено між прямим входом операційного підсилювача та загальним проводом.

Таким чином, і в прототипі, і в пристрої за винаходом для одержання широкої смуги проходження використовуються зв'язані резонансні системи. В прототипі реалізовано гальванічний зв'язок двох зворотних двополюсників - паралельного та ланцюгового резонансних контурів. Елементом, що регулює глибину зв'язку, є резистор, що включений в ланцюговому контурі послідовно з індуктивністю та ємністю. Інакше кажучи, в прототипі реалізовано зустрічно-паралельне підключення резонаторів. Або паралельно-протифазне підключення, що по суті одне й те ж. В пристрої за винаходом реалізовано зустрічно-паралельне, або паралельно-протифазне (що одне і те ж) підключення однакових складних резонансних систем які є паралельно-протифазним підключенням резонаторів. Зв'язок складних резонансних систем реалізується з допомогою операційного підсилювача з використанням інверсного та прямого входів. Елементом, що регулює глибину зв'язку складних резонансних систем є резистор, включений між входом підсилюючого пристрою та прямим входом операційного підсилювача.

На фігурі показано широкополосний активний полосовий фільтр з регулюванням смуги проходження. Він складається з операційного підсилювача 1, LRC-частотозалежного елемента 2, що включений між виходом операційного підсилювача та його інверсним входом, LRC-частотозалежного елемента 3 повністю ідентичного елементу 2, підключено елемент 3 між прямим входом операційного підсилювача та загальним проводом, вхідного резистора  $R_{vx1}$  4, який включено між входом підсилюючого пристрою та інверсним входом операційного підсилювача, вхідного резистора  $R_{vx2}$  5, який включено між входом підсилюючого пристрою та прямим входом операційного підсилювача. LRC-частотозалежний елемент 2 складаються з паралельного резонансного контуру 6 та ланцюгового резонансного контуру 7. Резонансні контури 6 і 7 підключені паралельно один до одного. В ланцюговому резонансному контурі послідовно є індуктивністю та ємністю включено резистор  $R_o$  8, при допомозі якого можна регулювати глибину зв'язку між контурами 6 і 7. Індуктивність паралельного контуру 9 дорівнює індуктивності ланцюгового контуру 10. Ємність паралельного контуру 11 дорівнює ємності ланцюгового контуру 12. LRC-частотозалежний елемент 3 повністю ідентичний частотозалежному елементу 2. Тобто спосіб з'єднання складових такий самий, а значення самих складових

дорівнюють одні одному. А саме, значення індуктивностей 13 і 14 дорівнюють значенням індуктивностей 9 і 10; значення ємності 15 і 16 дорівнюють значенням ємностей 11 і 12; значення резистора 17 дорівнює значенню резистора 8.

Працює пристрій так.

Зв'язані резонансні системи, як відомо, забезпечують широку смугу проходження. В пристрої, що заявляється, використовується зв'язок через операційний підсилювач двох ідентичних LRC-частотозалежних елементів, причому, зв'язок є зустрічно-паралельним, або що те ж саме, паралельно-протифазним. Операційний підсилювач виконує операцію додавання двох однакових за частотною залежністю та протифазних сигналів. Окрім того, сигнал, що надходить на прямий вхід операційного підсилювача, проходить через нього на вихід двічі. Перший раз - з прямого входу на вихід, другий раз - з виходу операційного підсилювача через LRC-частотозалежний ланцюг на інверсний вхід та через операційний підсилювач на вихід. Тобто, реактивності LRC-елемента, підключеного на прямому вході, через операційний підсилювач зв'язані з реактивностями LRC-елемента, включеного в колі зворотного зв'язку. За рахунок зв'язку LRC-елементів, як відомо, відбувається розлаштування резонансних систем відносно резонансної частоти. Смуга проходження збільшується. Елементом, що регулює величину зв'язку між LRC-ланцюгами, є резистор  $R_{vx2}$ .

Для перевірки вище викладених міркувань залежність коефіцієнта передачі від частоти була досліджена на ПЕОМ з допомогою прикладної програми Electronics Workbench. Результати дослідження приведені в табл. 1 і табл. 2. Висновки по дослідженнях такі: смуга проходження на рівні  $0,7 \Delta f^{0,7}$  регулюється в широкому діапазоні; смуга проходження  $\Delta f^{0,7}$  більша, ніж для електронної схеми, що є прототипом; коефіцієнт прямокутності, який визначено як відношення смуги проходження на рівні 0,1 до смуги проходження на рівні 0,7 залишається незмінним при всіх регулюваннях і таким самим, як і для електронної схеми, що є прототипом; ефективність регулювання смуги проходження за рахунок зміни величини опору резистора  $R_{vx2}$  значно більша, чим за рахунок зміни величини опору резистора  $R_{vx1}$ .

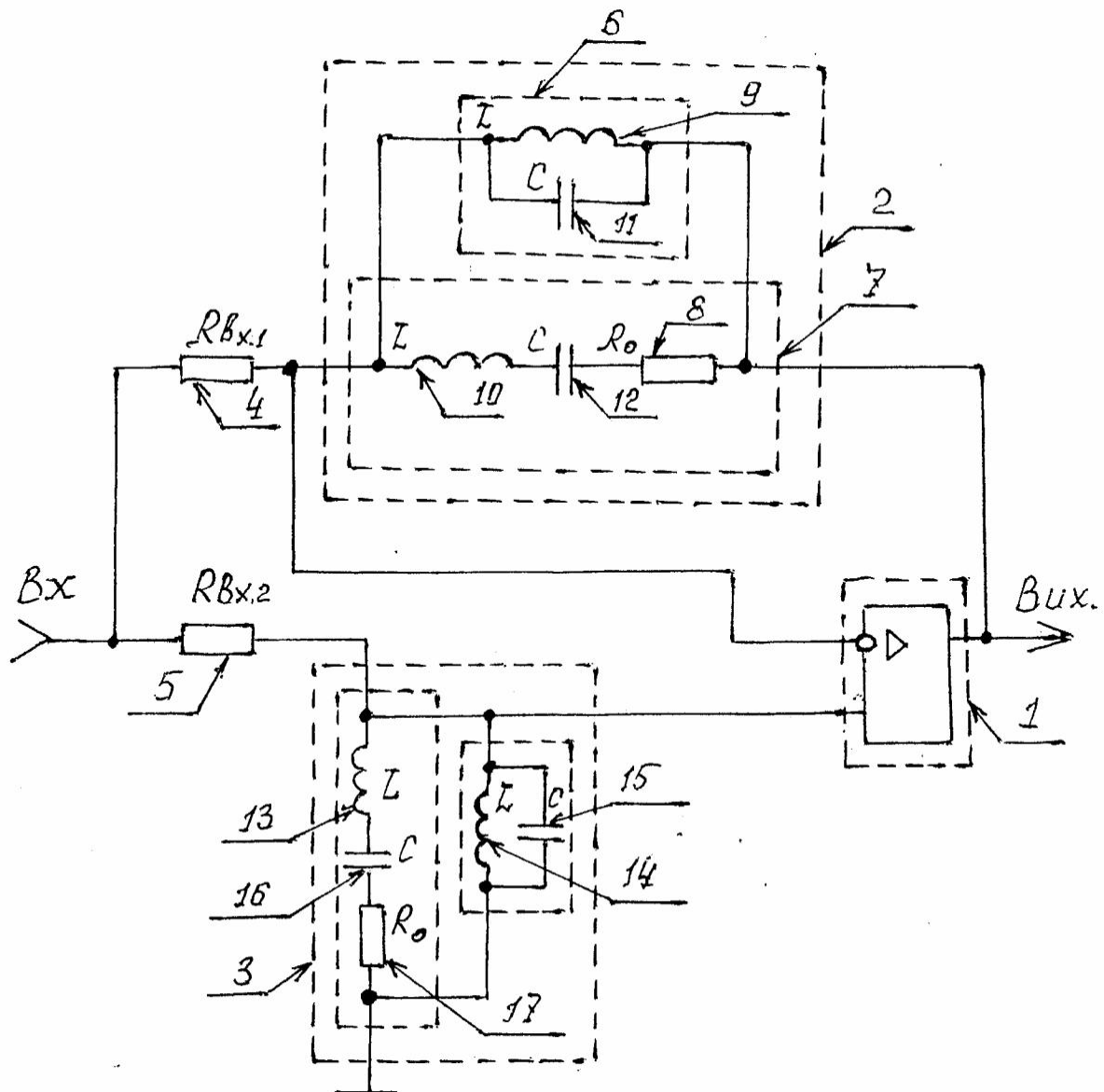
Таким чином, завдяки можливості збільшення смуги проходження та можливості її регулювання пристрій за винаходом доцільно використовувати в якості широкополосних активних полосових фільтрів з регулюванням смуги проходження в прийнятно-передавальних мережах систем передачі інформації на частотах більших, ніж 100 кГц.

Таблиця 1

	$R_{BX2}$ , кОм	$\Delta f$ , кГц	$K_u$	$\ln(R_{BX2})$	$\Delta f = \varphi_1(R_{BX2}); K_u = \varphi_2(R_{BX2})$ $Z_{\text{екв.прям.}} = Z_{\text{екв.інв}}$ $R_{BX1} = 300;$ $R_0 = 1 \text{ кОм};$ $r_L = 30;$ $\rho_0 = 700,$ $L_{\text{посл}} = L_{\text{пар}} = 0,5 \text{ мГн}$ $C_{\text{посл}} = C_{\text{пар}} = 1 \text{ нФ}$
1	30	300	3	3,4	
2	20	300	2,9	3,0	
3	10	320	2,7	2,3	
4	5	341	2,5	1,61	
5	3	361	2,2	1,1	
6	1	444	1,2	0	
7	0,5	637	0,54	-0,69	
8	0,4	690	0,3	-0,92	
$Z_{\text{екв.пар.}} = Z_{\text{екв.посл.}}$					$R_{BX1} = \text{const}, R_{BX2} = \text{var.}$

Таблиця 2

	$R_{BX1}$ , кОм	$f$ , кГц	$K_u \ln K_u$	$\ln(R_{BX1})$	$\Delta f = \varphi_1(R_{BX2}); K_u = \varphi_2(R_{BX2})$ $Z_{\text{екв.прям.}} = Z_{\text{екв.інв}}$ $R_{BX1} = 500;$ $R_0 = 1 \text{ кОм};$ $r_L = 30;$ $\rho_0 = 700,$ $L_{\text{посл}} = L_{\text{пар}} = 0,5 \text{ мГн}$ $C_{\text{посл}} = C_{\text{пар}} = 1 \text{ нФ}$
1	490	650	0,014 -4,27	6,2	
2	150	634	1,6 0,22	5,01	
3	100	625	2,7 0,99	4,6	
4	50	610	6,3 1,84	3,91	
5	25	600	1,3 2,56	3,21	
Вузька полоса					$R_{BX2} = \text{const}, R_{BX1} = \text{var.}$



Фіг.

ДП "Український інститут промислової власності" (Укрпатент)  
 Україна, 01133, Київ-133, бульв. Лесі Українки, 26  
 (044) 295-81-42, 295-61-97

Підписано до друку \_\_\_\_\_ 2001 р. Формат 60x84 1/8.  
 Обсяг \_\_\_\_\_ обл.-вид. арк. Тираж 50 прим. Зам. \_\_\_\_\_

УкрІНТЕІ, 03680, Київ-39 МСП, вул. Горького, 180.  
 (044) 268-25-22