



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **37292** (13) **U**  
(51) МПК (2006)  
G01N 24/00МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ**ОПИС**  
**ДО ПАТЕНТУ**  
**НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**видається під  
відповідальність  
власника  
патенту**(54) ДАВАЧ СИГНАЛІВ ЯДЕРНОГО МАГНІТНОГО РЕЗОНАНСУ**

1

2

(21) u200807002

(22) 20.05.2008

(24) 25.11.2008

(46) 25.11.2008, Бюл.№ 22, 2008 р.

(72) БРАЙЛОВСЬКИЙ ВОЛОДИМИР ВАСИЛЬО-  
ВИЧ, UA, ВЕРИГА АНДРІЙ ДМИТРОВИЧ, UA,  
СЛИНЬКО ЄВГЕН ІЛАРІОНОВИЧ, UA, ХАНДОЖКО  
ОЛЕКСАНДР ГРИГОРОВИЧ, UA(73) ЧЕРНІВЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕР-  
СИТЕТ ІМЕНІ ЮРІЯ ФЕДЬКОВИЧА, UA

(57) Давач сигналів ядерного магнітного резонансу, що складається з коливального контуру з резонуючою речовиною та генератора високочастотних коливань на польовому транзисторі, який **відрізняється** тим, що він додатково містить холлівський перетворювач, причому перетворювач струмовими виводами ввімкнений у витокове коло польового транзистора, а холлівські виводи є сигнальними.

Корисна модель відноситься до техніки радіоспектроскопії і може бути використано при розробці давачів і контролерів магнітного поля.

Відомий давач сигналів ЯМР автодинного типу на польових транзисторах, де в колі стоку включений низькочастотний трансформатор. Останній дозволяє перетворити зміни струму стоку в сигнал ЯМР [1].

Однак, у такому перетворювачі через індуктивний характер обмоток трансформатора частина інформації губиться внаслідок звуження смуги пропускання частот резонансного спектру. Це знижує точність вимірів.

Іншим недоліком подібних пристроїв є те, що вони працездатні тільки в області магнітного поля, обумовленої глибиною модуляції умов магнітного резонансу -  $\omega_0 = \gamma H_0$ . При виході із цієї області рівень сигналу стає нульовим, а інформація про магнітне поле, величину й знак відхилення його від резонансних умов відсутній. Це обмежує функціональні можливості наведеного пристрою.

Метою корисної моделі є підвищення точності вимірів і розширення функціональних можливостей автодинного давача сигналів ЯМР, що досягається застосуванням відомого холлівського давача для перетворення сигналу ЯМР у високочастотному генераторі на польових транзисторах. Застосування холлівського давача дозволяє в автогенераторі детектувати зміни ВЧ-рівня під дією резонансного поглинання ядер при одночасній реєстрації зовнішнього магнітного поля.

Давач сигналів ядерного магнітного резонансу складається з коливального контуру з резонуючою речовиною, генератора високочастотних коливань на польовому транзисторі, та містить холлівський перетворювач, причому перетворювач струмовими виводами ввімкнений у витокове коло польового транзистора, а інформаційний сигнал знімається з холлівських виводів.

Застосування холлівського давача для перетворення сигналу ЯМР здійснюється вперше й тому відповідає критеріям "новизна" та "істотні відмінності". У жодному з відомих аналогів не було знайдене застосування холлівського давача в автогенераторі для детектування змін ВЧ-рівня під дією резонансного поглинання ядер при одночасній реєстрації рівня зовнішнього магнітного поля.

На Фіг. 1 наведена функціональна схема давача. Пристрій складається з коливального контуру 1, у якому міститься речовина з резонуючими спінами, генератора високої частоти 2, що працює в режимі слабких коливань, і холлівського давача 3.

На Фіг. 2 представлено варіант автодинного давача, заснованого на схемі витокового повторювача, навантаженого на ємність. Він складається з котушки зі зразком 4, змінної ємності 5, польового транзистора 6, ємностей зв'язку 7, 8, розв'язуючого дроселя високої частоти 9, змінного резистора 10, холлівського давача 3 і блокувальної ємності 11.

На Фіг. 3-5 представлені вихідні сигнали з виводів напруги давача Хола при різних напруженостях магнітного поля (Фіг. 3 - при напруженості

(19) **UA** (11) **37292** (13) **U**

магнітного поля меншому ніж при тому, що виконується умова ядерного магнітного резонансу ( $H < H_0$ ); Фіг. 4 - при напруженості магнітного поля більшому ніж при тому, що виконується умова ядерного магнітного резонансу ( $H > H_0$ ); Фіг. 5 - при виконанні умови ядерного магнітного резонансу ( $H = H_0$ )).

Пристрій працює в такий спосіб. При ввімкненні живлення схеми (Е) через високочастотний генератор 2 і холівський давач 3 протікає струм  $I_0$ , а в контурі 1 збуджуються коливання високої частоти  $\omega_0$ . Зовнішнє магнітне поле  $H_0$  діє одночасно на резонуючий зразок і холівський давач. Якщо прикладене поле  $H=0$ , то на виході давача сигнали відсутні. Поява поля ( $H \neq 0$ ) призводить до виникнення на холівських виводах е.р.с., яка пропорційна прикладеному полю. У момент досягнення умов резонансу ( $H = H_0$ ) ядерна спіна система поглинає енергію ВЧ-поля з коливального контуру, що відповідає холівській напрузі  $U_0$ . Періодична модуляція умов резонансу із частотою  $\Omega \ll \omega_0$  призводить до появи змінної складової струму в  $I_0$ . Останнє перетворюється давачем Холу 3 у змінну напругу, що пропорційна зміні високочастотного рівня на коливальному контурі. У цьому випадку на холівських виводах присутні одночасно змінна складова, обумовлена резонансним поглинанням ядер, і постійна складова, що визначена струмом стоку й величиною зовнішнього магнітного поля.

Таким чином, використання холівського давача як перетворювача сигналу ЯМР у високочастотному генераторі дає можливість виділити сигнал ЯМР із одночасною реєстрацією зовнішнього магнітного поля й ступеня відхилення від резонансного значення.

При цьому через активний характер вхідного й вихідного опорів холівського давача спектр магнітного резонансу може бути перетворений без спотворень у широкий смузі частот - від нульових до частот, обмежених швидкістю спінової ядерної релаксації.

Холівські виводи є сигнальним виходом пристрою й можуть бути підключені до реєструючого пристрою радіоспектрометра, або включені в коло

зворотного зв'язку автоматичного самонастроювального магнітометра.

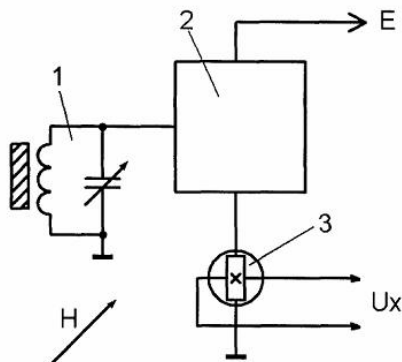
Приклад 1. Схема працює в такий спосіб (Фіг. 2). За допомогою зв'язку, утвореного ємнісним дільником 7, 8 у коливальному контурі (котушка 4, конденсатор 5) збуджуються коливання із частотою  $\omega_0$ . Стік польового транзистора 6 підключений до шини живлення Е і заземлений по високій частоті за допомогою ємності 11, а у витокове коло включений високочастотний дросель 9, змінний резистор 10 і холівський давач 3. За допомогою змінного резистора 10 встановлюється оптимальний струм стоку, і, отже, холівського давача. При ввімкненні поля на виході з'являється постійна напруга, обумовлена величиною зовнішнього поля (Фіг. 3, Фіг. 4). Якщо виконано умову  $\omega_0 = \gamma H_0$ , на виході з'являється додатковий сигнал - змінна напруга на частоті модуляції  $\Omega$  (Фіг. 5). При цьому постійна складова е.р.с. Холу може бути використана для грубої установки або оцінки поля, а змінна - для ідентифікації форми резонансної лінії й точного визначення величини магнітного поля.

Застосування відомого холівського давача як перетворювача зміни струму стоку в сигнал ЯМР стало можливим завдяки встановленню авторами залежності чутливості автогенераторного давача на польових транзисторах від струму стоку й виявленої здатності холівського давача перетворювати зміну струму стоку польового транзистора в сигнал ЯМР із одночасною індикацією зовнішнього магнітного поля.

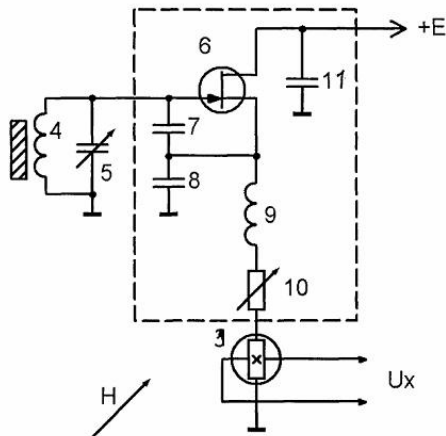
Техніко-економічний ефект пропонованого винаходу полягає в тому, що застосування холівського давача в автогенераторі високої частоти дозволяє ефективно використовувати при детектуванні сигналу крутизну характеристики передачі польових транзисторів, розширити смугу пропускання пристрою, а за рахунок сполучення функцій в одному пристрої - істотно спростити схему давача сигналів ЯМР.

#### Література

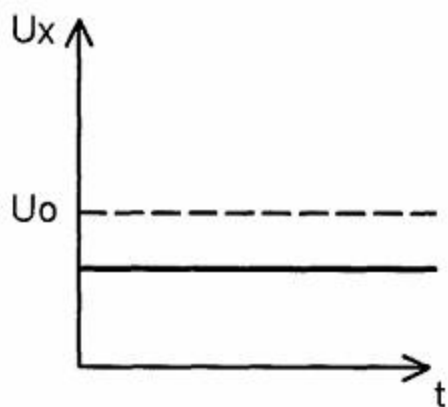
1. Салливан. Применение полевых транзисторов в ЯМР- и ЯКР-спектрометрах. Приборы для научных исследований, 1971г., №4, стр. 56-59, (прототип).



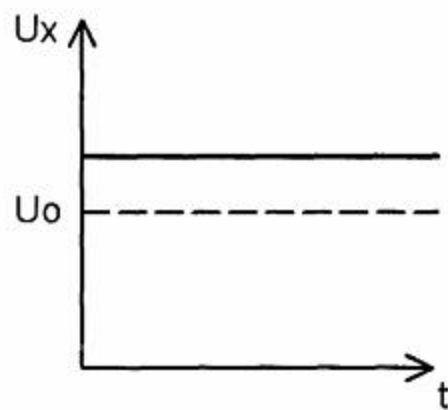
Фіг. 1



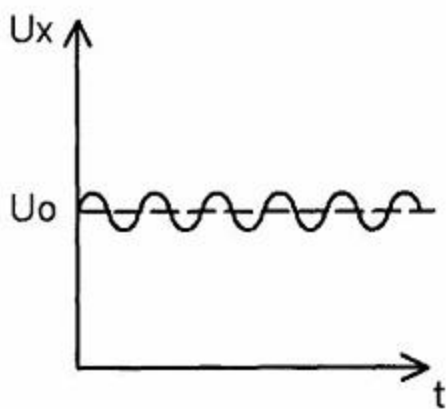
Фіг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5