

ПРО ЗАСТОСУВАННЯ ПЛАЗМОВИХ АТЕНЮАТОРІВ ДЛЯ РЕГУЛЮВАННЯ РІВНЯ ПОТУЖНОСТІ НВЧ

Плазмові атенюатори як регулюючі елементи у схемах автоматичного регулювання рівня потужності (АРП) мають ряд позитивних якостей: відсутність паразитної ЧМ при перестройці частоти, що особливо важливо при вимірюванні параметрів вузлів з вузькою резонансною характеристикою; малу інерційність, обумовлену

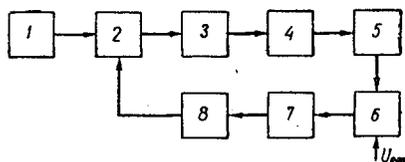


Рис. 1. Блок-схема системи АРП:

1 — генератор НВЧ; 2 — плазмовий атенюатор; 3 — НВЧ тракт; 4 — датчик; 5 — підсилювач; 6 — каскад порівняння; 7 — ППС; 8 — фільтр.

часом деіонізації плазми атенюатора, великий динамічний діапазон регулювання (25—30 дБ), високу крутість регулювання (близько 2 дБ/ма), мале початкове затухання (2дБ) та ін. Проте застосування плазмових регуляторів рівня потужності для систем АРП обмежене тим, що в останніх виникає паразитна амплітудна модуляція внаслідок впливу потужності НВЧ на газовий розряд.

Дослідження можливостей системи АРП з плазмовим атенюатором дозволяє визначити умови, коли цей недолік зводиться до мінімуму.

Блок-схема системи АРП наведена на рис. 1. У НВЧ тракті здійснюється перенесення вимірювання параметрів об'єкта, що досліджується, на низьку частоту Ω_0 [1]. Обвідна НВЧ сигналу $E(\Omega)$ (рис. 2) виділяється у датчику, що являє собою кристалічний детектор.

Паразитна амплітудна модуляція, що виникає у системі АРП з плазмовим атенюатором, спотворює форму сигналу на виході кристалічного детектора (рис. 3, а) і набагато збільшує похибку вимірювання коефіцієнта передачі досліджуваного чотириполюсника. Запровадження фільтра нижніх частот у ланцюг зворотного зв'язку з частотою зрізу, меншою за основну частоту релаксаційних коливань, усуває паразитну модуляцію (рис. 3, б).

Спектр частот обвідної на виході датчика $E(\Omega)$ залежить від швидкості перестроювання частоти генератора НВЧ $\frac{d\Omega}{dt}$ і від перепадів напруги на вході датчика, обумовлених залежністю рівня потужності генератора НВЧ від частоти і нерівномірністю амплітудно-частотної характеристики НВЧ тракту і датчика.

Для стабілізації рівня потужності ланцюг зворотного зв'язку системи АРП повинен пропускати без спотворень весь спектр частот обвідної $E(\Omega)$ і не пропускати частоту Ω_0 і спектр частот релаксаційних коливань. Тому для правильного вибору постійної часу фільтра і всього ланцюга зворотного зв'язку необхідно знайти спектр частот обвідної $E(\Omega)$. Верхня частота спектра Ω функції $E(\Omega)$ визначається її максимальною крутістю, що дозволяє без проведення гармонічного аналізу обчислити Ω_B .

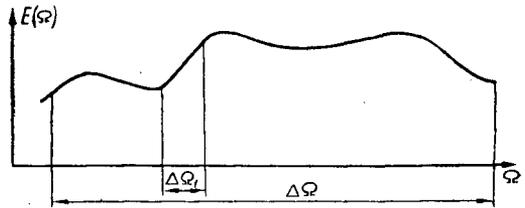


Рис. 2. Обвідна НВЧ сигналу на виході датчика $E(\Omega)$.

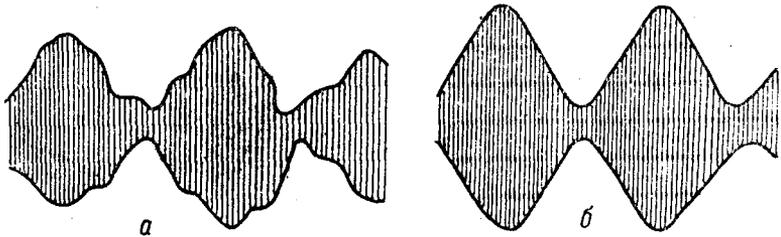


Рис. 3. Осцилограми напруги на виході підсилювача: а — без фільтра у ланцюгу зворотного зв'язку; б — з фільтром.

Згідно з теоремою Котельникова, для функції $E(\Omega)$ (рис. 2) у випадку лінійного перестроювання частоти визначаємо

$$\Omega_B = \frac{\Delta\Omega}{2T\Delta\Omega_1}, \quad (1)$$

де $\Delta\Omega$ — діапазон перестройки по частоті генератора НВЧ;
 $\Delta\Omega_1$ — відрізок кривої з максимальною крутістю;
 T — час перестройки діапазону частот $\Delta\Omega$.

Допустима зміна напруги на вході датчика $\Delta E(\Omega)$ у режимі перестроювання частоти згідно з [2] у першому наближенні запишеться як

$$|\Delta E(\Omega)| = \frac{1}{2} \cdot \frac{d^2 E(\Omega)}{d\Omega^2} \cdot \frac{d\Omega}{dt}. \quad (2)$$

За відомою для даної системи кривою $E(\Omega)$ для відрізка $\Delta\Omega_1$ можна визначити

$$\alpha = \left| \frac{d^2 E(\Omega)}{d\Omega^2} \right|_{\text{макс}},$$

тоді

$$\frac{d\Omega}{dt} = \frac{2 |\Delta E(\Omega)|}{\alpha}. \quad (3)$$

Оскільки

$$T = \frac{\Delta\Omega}{\frac{d\Omega}{dt}} = \frac{\alpha \Delta\Omega}{2 |\Delta E(\Omega)|}, \quad (4)$$

то з врахуванням (1) маємо

$$\Omega_B = \frac{|\Delta E(\Omega)|}{\alpha \Delta\Omega_1}. \quad (5)$$

Таким чином, постійну часу ланцюга зворотного зв'язку з фільтром необхідно обчислювати виходячи з умови

$$\frac{1}{\Omega_p} \ll \tau \ll \frac{\alpha \Delta\Omega_1}{|\Delta E(\Omega)|}, \quad (6)$$

де Ω_p — перша гармоніка релаксаційних коливань.

З (6) випливає, що при заданих параметрах α і $\Delta\Omega_1$ кривої $E(\Omega)$ постійна часу ланцюга зворотного зв'язку повинна бути тим більша, чим твердіші вимоги щодо допустимих змін рівня потужності на вході НВЧ тракту.

Оскільки відношення $\frac{\Delta E(\Omega)}{E(\Omega)}$

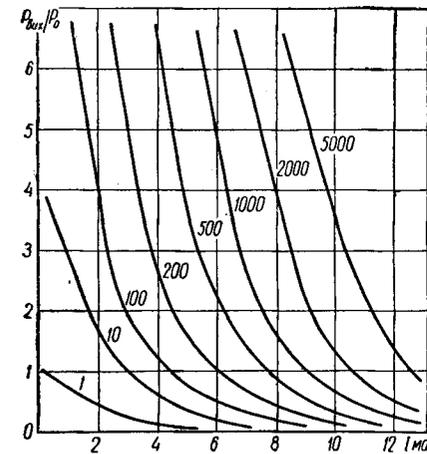


Рис. 4. Сім'я статичних характеристик системи АРП.

зворотного зв'язку і від коефіцієнта стабілізації, система АРП повинна мати підсилювач з великим коефіцієнтом підсилення. Для цього застосовують допоміжну модуляцію НВЧ сигналу. Підсилювач 5 (рис. 1) здійснює основне підсилення на допоміжній частоті.

У каскаді порівняння 6, на який, крім сигналу, з підсилювача 5 подається еталонна напруга $U_{\text{ет}}$, виробляється напруга сигналу помилки, пропорційна величині відхилення рівня вихідної потужності НВЧ тракту $P_{\text{вих}}$ від рівня стабілізації потужності P_0 .

З каскаду порівняння сигнал помилки надходить на підсилювач постійного струму 7, де виробляється струм, пропорційний напрузі сигналу помилки, який керує зміною затухання від плазмового атенюатора. На рис. 4 наведена сім'я статичних характеристик системи АРП з плазмовим атенюатором $\frac{P_{\text{вих}}}{P_0} = f(I)$ для різних значень потужності, що надходить на вхід плазмового атенюатора $P_{\text{вх}}$. За заданими значеннями P_0 із статичних характеристик визначають $I_{\text{макс}}$ та $I_{\text{мін}}$ для максимального та мінімального значень $P_{\text{вх}}$, що необхідно для розрахунку ППС.

При випробуваннях описаної системи АРП сумарний перепад рівня потужності $P_{\text{вх}}$ у діапазоні перестройки частоти становив 15—25 дб. Для заданого часу перестройки 7 сек та 40 сек частота $F_{\text{в}} = \frac{\Omega_{\text{в}}}{2\pi}$ не перевищує 4—5 гц. Одержаний коефіцієнт стабілізації 250—300 задовольняє заданим похибкам вимірювання параметрів чотириполосника.

Висновки

1. Плазмові атенюатори можна застосовувати у системі АРП автоматичних вимірювачів параметрів чотириполосників, якщо є фільтр, що подавляє релаксаційні коливання.

2. Ланцюг зворотного зв'язку з фільтром обчислюють з умови (6). Через те, що застосовується фільтр, постійна часу ланцюга зворотного зв'язку збільшується. Це допустимо для більшості практичних випадків.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бова Н. Т., Лайхтман И. Б., Измерения параметров волноводных элементов, К., Гостехиздат УССР, 1964.
2. Турбович Н. Т., О погрешности измерения частотных характеристик методом частотной модуляции, Радиотехника, 1954, т. 9, № 2.

V. L. KOFANOV, V. T. ZHUKOVSKY

APPLICATION OF PLASMA ATTENUATOR
FOR MICROWAVE POWER LEVEL CONTROL

S u m m a r y

Correlations for the calculation of the circuit back coupling time constant of control power level system using filter which removes signal parasitic amplitude modulation are derived.

System is described in which coefficient of the stabilization 250—300 is obtained when changing the input power level is 15—25 db.