

М. М. НЕКРАСОВ, В. В. ЛАВРИНЕНКО

СХЕМИ П'ЄЗОЕЛЕКТРИЧНИХ МОДУЛЯТОРІВ

Модулятор з модулюючим сигналом на вході п'єзотрансформатора. Тут модуляція високочастотного сигналу виконується за рахунок зміни електрострикційної константи g під дією сигналу

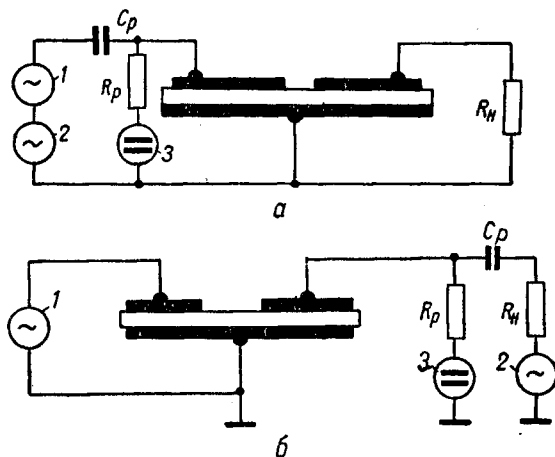


Рис. 1. Схеми модуляторів з модулюючим сигналом на вході (а) та на виході (б) п'єзотрансформатора.

модуляції [1]. Його схема (рис. 1, а) є одним з варіантів включення генератора несучої і модулюючого сигналу.

Для п'єзотрансформатора, виконаного з сегнетокераміки на основі BaCaTiO_3 , залежність коефіцієнта трансформації від напруги керування на вході показана на рис. 2. При цьому вважається, що напруга керування повільно зростає з часом від нуля (статична характеристика).

Динамічні характеристики, які можна побачити на екрані осцилографа, по глибині модуляції та спотворенню форми кривої для різних змішувань показані пунктирними лініями. Як видно

з рис. 2, розходження між статичною та динамічною залежностями особливо помітно на відрізку деполяризації, а також переполяризації матеріалу.

Мабуть, для такої залежності $k_{тр}$ від величини модулюючого сигналу глибина модуляції, а також нелінійні спотворення залежать від вибору робочої точки на статичній характеристиці. Оскільки фаза несучої частоти змінює свій знак на протилежний при переході $k_{тр}$ через нуль, то для робочого зміщення у точці переходу несуча частота зникає і залишаються лише дві бічні частоти. Такий режим відповідає балансній модуляції.

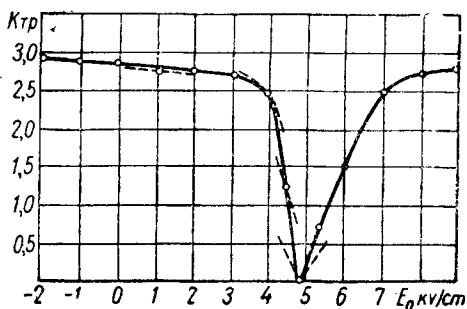


Рис. 2. Статична залежність коефіцієнта трансформації від напруги зміщення (суцільна лінія) та динамічна залежність для частоти 1000 *гц* (пунктирна) для вхідних обкладок.

Конструктивно трансформатор для модулятора виконується у вигляді прямокутної пластинки з симетричним розміщенням електродів або у вигляді диска з концентричним розміщенням електродів. Якщо потрібна модуляція високочастотного сигналу разом з підсиленням по напрузі, можна застосовувати трансформатор поперечного типу [1].

Незалежно від конструкції трансформатора глибина модуляції в середньому становить 3% *в/мм* (для матеріалу трансформатора на основі BaCaTiO_3). Частотні властивості модулятора з модулюючим сигналом на вході трансформатора залежать від елементів розв'язки джерел, електричної добротності трансформатора, а також від того, якій точці резонансної кривої відповідає частота несучої.

Модулятор з модулюючим сигналом на виході п'єзокерамічного трансформатора. Модулюючий сигнал, що подається на вихід п'єзотрансформатора, змінює прямий п'єзоефіцієнт g , а разом з тим і коефіцієнт трансформації.

Один з варіантів схем такого модулятора наведено на рис. 1,б. Залежність $k_{тр}$ від напруги, як і в модуляторі з модулюючим

сигналом на вході, має максимальну крутість для деякого деполяризуючого зміщення. При цьому, як і в першому випадку, динамічні характеристики відрізняються від статичних вже для частот у кілька герц. Нелінійні спотворення і глибина модуляції також залежать від вибору робочої точки; останньою встановлюється і режим балансної модуляції.

Для цих модуляторів можливо застосовувати трансформатори у вигляді прямокутної пластинки або диска, але найбільшу чутли-

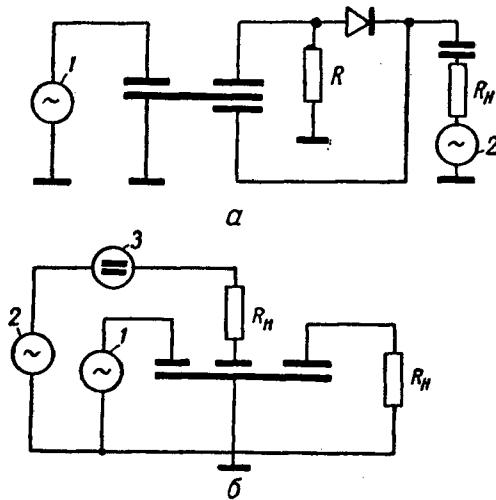


Рис. 3. Схеми модуляторів з додатковою обкладкою.

вість модуляції при низькому вихідному імпедансі можна одержати для складеного трансформатора.

У складеному трансформаторі на повністю металізовану поверхню прямокутної пластинки напаяється сегнетокерамічна плівка. Потім наносяться срібні електроди на протилежний бік пластинки та плівки. Невелика товщина плівки складеного трансформатора дає можливість одержати 100% модуляцію для сигналу в кілька вольт, а присутність електростатичного екрану між плівкою та пластинкою повністю усуває паразитні зв'язки між входом і виходом, в той час як невелика величина постійного зміщення дозволяє застосовувати схему автоматичного зміщення (рис. 3,а).

Цікавою особливістю цих модуляторів є те, що частотні властивості їх не залежать від добротності резонатора, якщо загасання, вносиме виходом, мале. Це, а також спосіб розв'язки джерел потрібно брати до уваги при виборі схеми модулятора.

Інші схеми модуляторів із застосуванням п'єзотрансформаторів. Лінійна залежність коефіцієнта трансформації від електричної

добротності дозволяє на цій основі побудувати ще кілька типів п'єзоелектричних модуляторів.

а) Зміна електричної добротності за рахунок внесеного активного опору на вході або виході дає змогу одержати надто чутливі схеми модуляторів на п'єзотрансформаторах. Дві схеми таких модуляторів наведені на рис. 4, активним опором є кристалічний діод зі зміщенням у прямому напрямку.

У цих схемах можна застосовувати будь-який вид нелінійних опорів з великою динамічною нелінійністю, яка в основному ви-

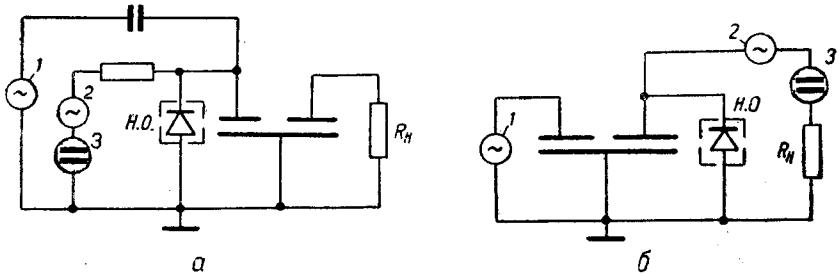


Рис. 4. Схеми модуляторів з нелінійним опором (н. о.) на вході (а) і на виході (б) п'єзотрансформатора.

значає характеристики модулятора. Робота цих схем основана на зміні динамічного опору на вході або виході п'єзотрансформатора в залежності від модулюючого сигналу. Опір вносить додаткове загасання в резонатор і змінює добротність системи, а разом з тим і коефіцієнт трансформації.

Для цих схем характерна велика глибина модуляції для малих модулюючих сигналів, але разом з великими нелінійними спотвореннями, які визначаються в основному нелінійністю зміни опору від модулюючого сигналу.

б) Вплив додаткової обкладки загасання на добротність. Особливістю цього виду модулятора є те, що в схемі забезпечена повна розв'язка джерел сигналів і навантажувального опору за рахунок додаткової обкладки. Ця обкладка, в залежності від того, на який опір навантажена, вносить додатковий активний або реактивний опір у коливальний контур і тим самим змінює добротність або резонансну частоту контура. Величина додаткового опору або реактивності залежить від поляризованості обкладки, тобто від сигналу модуляції (рис. 3,б).

ЛІТЕРАТУРА

1. Магнитные и диэлектрические приборы. Под ред. Г. В. Катца. М.—Л., «Энергия», 1964.

М. М. НЕКРАСОВ, В. В. ЛАВРИНЕНКО
СХЕМЫ ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МОДУЛЯТОРОВ

К р а т к о е с о д е р ж а н и е

Дано описание схем пьезокерамических модуляторов на основе сегнетокерамических трансформаторов, из которых в основном можно выделить схемы с модуляцией изменения пьезокерамических свойств материалов и схемы с изменением полной (электрической) добротности.

Кратко описаны конструкции трансформаторов для каждой из схем.

M. M. NECRASOV, V. V. LAVRINENKO

THE SCHEMES OF THE PIEZOELECTRIC MODULATORS

S u m m a r y

In the article the schemes of the piezoelectric modulators produced on the basis of the ceramic transformers are described from which one may mainly distinguish schemes with the modulation on the expense of the change of the piezoelectric properties of the material and schemes with the change of the full (electrical) quality. The brief description of the constructions is given for each of the schemes. The possible applications and some advantage are pointed out in compare of the other kinds of the modulators.