

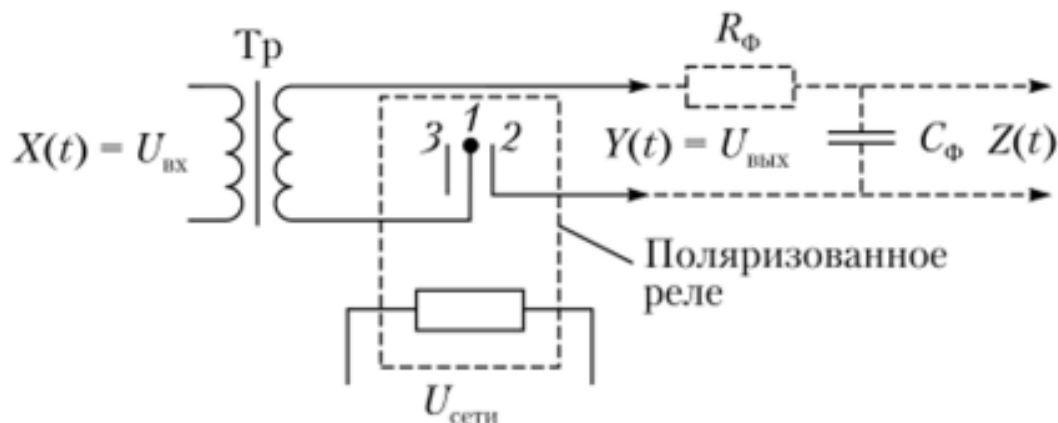
ДЕМОДУЛЯТОРИ І МОДУЛЯТОРИ

Демодулятори і модулятори є пристроями, які служать для перетворення АМ-сигналу в аналогову форму (демодулятори) і аналогові сигнали в АМ-форму (модулятори). За своєю конструкцією ці пристрої оборотні, тобто, міняючи місцями вхід і вихід такого пристрою, можна з демодулятора отримати модулятор і навпаки.

Конструктивно робота цих перетворювачів базується на використанні швидкодіючих перемикаючих пристроїв. В якості таких пристроїв застосовують механічні реле (зазвичай поляризовані), діодні схеми або схеми з транзисторами в ключових режимах. За принципом роботи демодулятори і модулятори є однополуперіодними або двухполуперіодними.

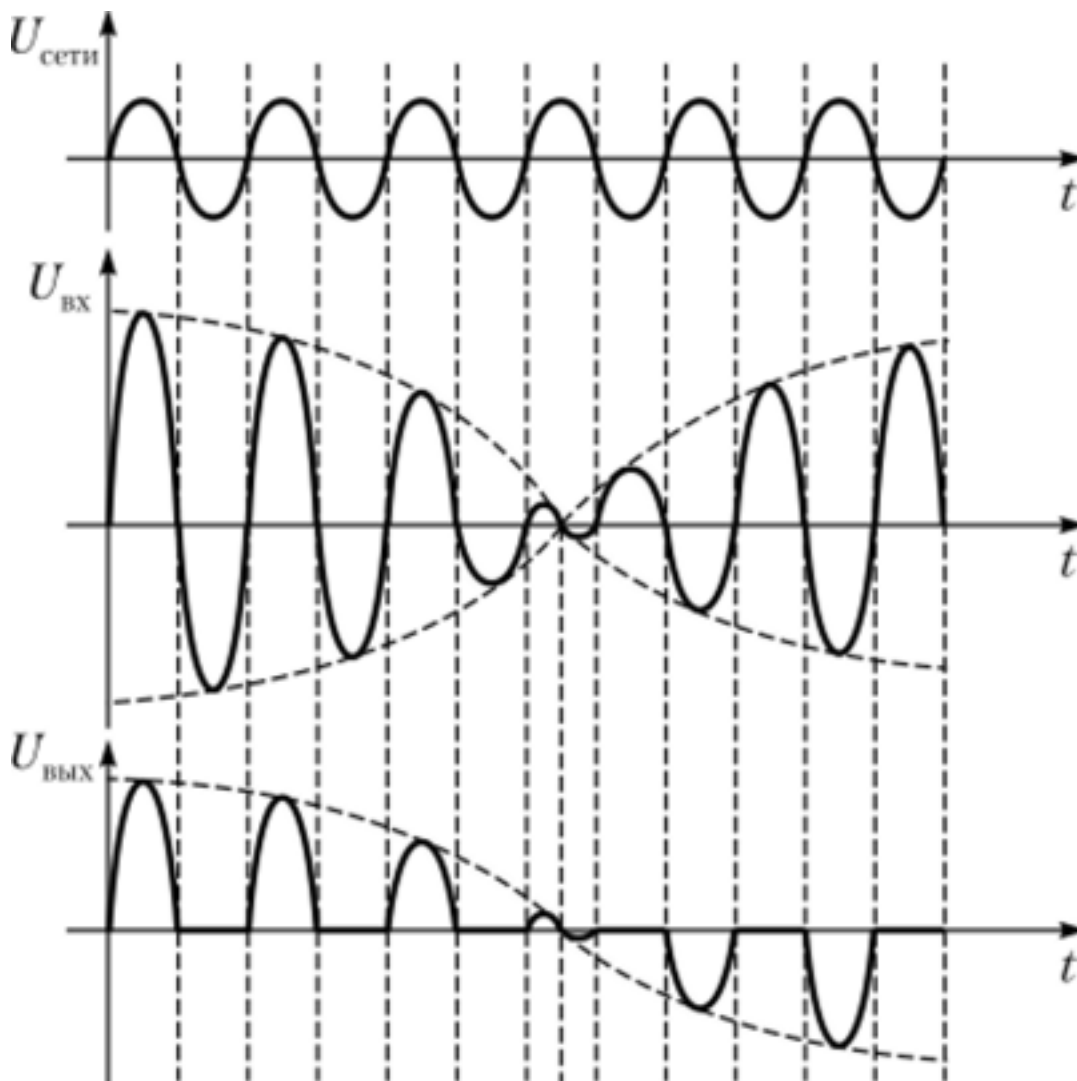
Однополуперіодний демодулятор на поляризованому реле

Розглянемо принцип роботи однополуперіодного демодулятора на базі поляризованого механічного реле. Схема перетворювача показана на рис. 1



Мал. 1. Схема однополуперіодного демодулятора

Вхідна, модульована по амплітуді напруга надходить на первинну обмотку трансформатора Tr . Знімається з вторинної обмотки трансформатора напруга періодично надходить на вихід демодулятора відповідно до полярності і надходить на обмотку поляризованого реле напруги. Поляризоване реле має групу з трьох контактів. Рухомий середній контакт 1 замикається з одним з крайніх нерухомих (2 або 3) в залежності від полярності надходить на обмотку реле напруги. У демодуляторі використовується тільки один нерухомий контакт 2, який замикається тільки при одній полярності напруги на обмотці реле. На рис. 2 показані форми сигналів на входах і виході демодулятора.



Мал. 2. Форми сигналів на вході і виході демодулятора

Відзначимо, що полярність вихідного сигналу залежить від співвідношення фаз вхідного і мережевого сигналів. Наприклад, в разі, показаному на рис. 2, збіг фаз мережевого і вхідного сигналів призводить до появи на виході демодулятора позитивних напівперіодів вхідного сигналу. У разі ж, коли фази мережевого і вхідного сигналів зміщені на 180° по відношенню один до одного, на виході демодулятора з'являються негативні напівперіоди вхідного сигналу. Саме тому демодулятори іноді називають *фазочутливими випрямлячами* (ФЧВ).

Рівень пульсацій вихідного сигналу демодулятора досить високий, і для їх згладжування застосовують низькочастотний фільтр, показаний на рис. 1 пунктиром. Цей фільтр є пасивною аперіодичною (інерційною) ланкою. Як правило, роль резистора з опором Y_ϕ виконує внутрішній активний опір джерела вхідного сигналу демодулятора, підключений до вихідної обмотки трансформатора Тр. Вибір ємності визначається як $T_\phi = Y_\phi C_\phi$. Чим більше ця постійна, тим ефективніше згладжуються пульсації.

Оцінимо коефіцієнт передачі такого демодулятора при одиничному коефіцієнті передачі вхідного трансформатора. Нехай амплітуда вхідного модульованого по амплітуді сигналу фіксована, тоді

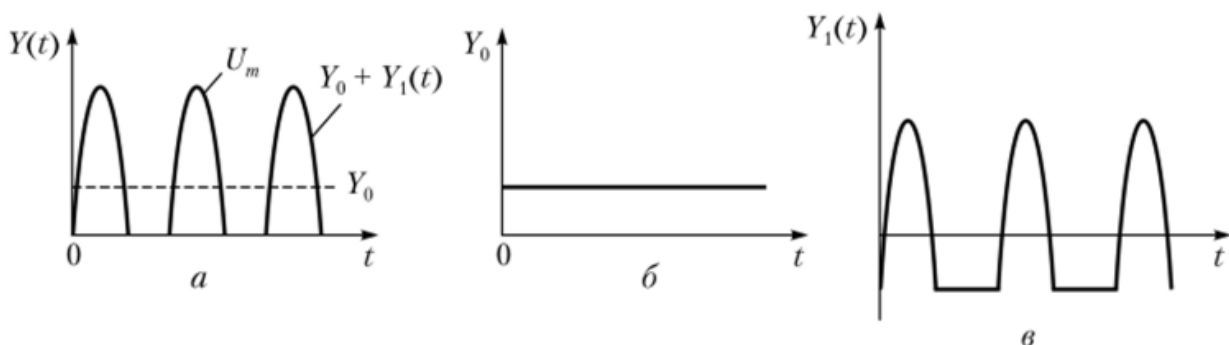
$$U_{\text{вх}} = U_{\text{max}} \sin(\omega t).$$

Форма вихідного сигналу демодулятора в цьому випадку показана на рис. 3, а. Цей сигнал може бути представлений у вигляді суми двох складових: постійної складової Y_0 і змінної (пульсуючої) складової $Y_x(t)$, показаних відповідно на рис. 3 б і в.

Оцінюючи середнє значення вихідного сигналу на одному періоді і далі, беручи відношення середнього значення вихідного сигналу до амплітуди вхідного АМ-сигналу, одержуємо коефіцієнт передачі однополуперіодного демодулятора:

$$U_{\text{вых}} = \frac{1}{2\pi} \int_0^\pi U_m \sin(\omega t) d\omega t = \frac{1}{\pi} U_m;$$

$$K_{\text{дм}} = \frac{U_{\text{вых}}}{U_{\text{вх}}} = \frac{1}{\pi} \frac{U_{\text{max}}}{U_{\text{max}}} = 0,31.$$



Мал. 3. Форма вихідного сигналу демодулятора при фіксованій амплітуді АМ-сигналу на вході (а), постійна складова (б) і змінна складова (в) вихідного сигналу

Частота цієї гармоніки збігається з частотою. Все гармоніки з більш високими номерами мають зменшені амплітуди. Ступінь зменшення безпосередньо залежить від величини номера гармоніки. Крім того, чим вище номер гармоніки в розкладанні змінної складової K , (0 на виході демодулятора, тим більше вона буде послаблюватися фільтром у вигляді інерційної ланки. Отже, необхідно намагатися якомога сильніше згладити основну (першу) гармоніку. Всі інші гармоніки з більш високими номерами будуть послаблюватися більше.

Повертаючись до постійної часу фільтра на виході демодулятора, слід пам'ятати, що цей фільтр підвищує порядок характеристичного рівняння розімкнутої системи і може призвести до погіршення якості роботи замкнутої системи. На практиці прагнуть, щоб при виборі постійної часу фільтра виконувалося нерівність

$$T_{\Phi} \leq \frac{0,1}{\omega_{\text{ср}}},$$

де $\omega_{\text{ср}}$ - частота зрізу розімкнутої системи.

Остання нерівність гарантує додатковий фазовий зсув на частоті зрізу розімкнутої системи, що не перевищує -5° .

Основними недоліками демодуляторів і модуляторів на механічних реле є їх відносно низька надійність і обмежена частота спрацьовування, що не перевищує 1 кГц. З метою усунення зазначених недоліків подібні перетворювачі будують із застосуванням напівпровідникових діодів або з використанням транзисторів в ключових режимах. Схеми на діодах менш поширені, так як вимагають ретельного підбору діодів і баластних резисторів для балансування схем під час відсутності вхідного сигналу.

Завдання.

1. Самостійна робота. Опрацювати тему: «Транзисторні модулятори та демодулятори».
2. Практична робота. «Дослідження транзисторного модулятора».