ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ УСИЛИТЕЛЯ ПРИЕМНОГО МОДУЛЯ ВОЛОКОННО – ОПТИЧЕСКОЙ ЛИНИИ СВЯЗИ

5ФБЕ, Хомченко М.С.
проф. Коваленко В.Ф.

Optimization of the amplifier receiving modules of fiber - optic communication line.

Под термином усилитель мы понимаем, что это элемент системы управления (или регистрации и контроля), предназначенный для усиления входного сигнала до уровня, достаточного для срабатывания исполнительного механизма (или регистрирующих элементов), за счёт энергии вспомогательного источника, или за счёт уменьшения других характеристик входного сигнала.

Негативное воздействие на показатели роботы усилителя влияет ряд шумов, которые ухудшают показатели усиления. Они обусловлены теми случайными флуктуациями тока, возникающими внутри самой схемы в силу природы электричества, контроль над которыми не возможен. Любые проходящие через цепь сигналы за счёт данных флуктуаций будут уменьшаться.

Одним из видов шумов есть дробовый шум: он возникает вследствие случайного квантового процесса детектирования оптического сигнала в фотодиоде.

Влияние шумов различной природы проявляются в ограничении чувствительности усилителей, а также полосы пропускания.

Кроме дробового шума существенное влияние на усиление оказывает тепловой шум. Всякий рассеивающий энергию элемент системы вносит тепловой шум. Таким образом, любое сопротивление в электронной цепи приводит к появлению теплового шума, обусловленного случайным тепловым движением носителей заряда.

На работу усилителя влияют и другие виды шумов, их воздействие не является очень большим, но, несмотря на это их учитывать тоже необходимо.

$$K = \frac{I}{\left[\frac{\left(V_y^*\right)}{M^2}\left(\frac{1}{R^2}+\frac{4\pi^2}{3}(\Delta f)^2C^2\right)+2eIF+\frac{4kT}{M^2R}+\frac{\left(I_y^*\right)^2}{M^2}\right]^{1/2}(\Delta f)^{1/2}} \qquad [1]$$

а б в г д

Из формулы 1 можно сделать вывод что нужно изменять ёмкость С потому что она ограничивает полосу пропускания значением $1/2\pi fCR$. Если сигналы будут изменятся быстрее, чем граничная частота, они будут эффективно интегрироваться (ослабляться) входной цепью. На рис 1. показана амплитудно – частотная характеристика реального и “идеального” усилителей, мы видим, что в области высоких частот в реальном усилителе АЧХ имеет спадающий характер. Это происходит за счёт роста паразитной ёмкости в схеме усилителя. Минимизируя данную ёмкость мы получим наиболее близкую АЧХ к идеальной. Увеличение граничной частоты усилителя происходит за счёт уменьшения коэффициента усиления усилителя.

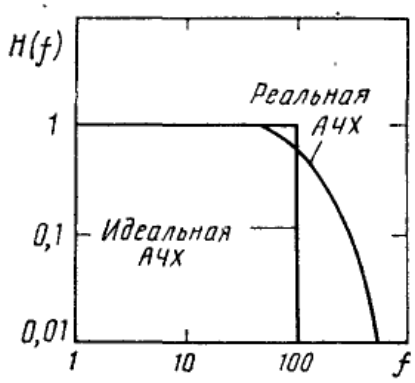

Рис. 1. АЧХ реального и “идеального” усилителей

Наиболее используемым является усилитель с обратной связью, как для аналогового, так и для цифрового преобразования, схема которого приведена на рис. 2. Трансимпедасный усилитель схемотехнически относительно прост. Его основное преимущество - отсутствие необходимости осуществлять какую-либо коррекцию ёмкости. Шумы такого усилителя могут быть много меньше, чем у обычного усилителя напряжения без коррекции.

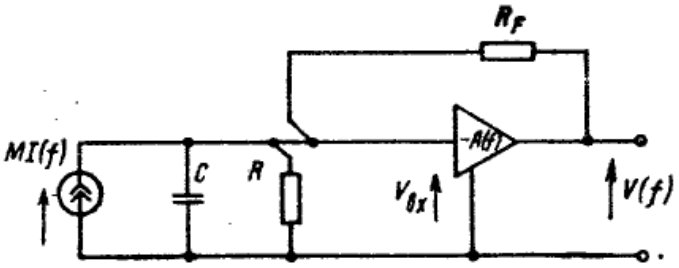

Рис.2. Усилитель с обратной связью

Несмотря на то, что усилитель с обратной связью является наиболее распространённым типом усилителей, но и он имеет свой недостаток, а именно это – сужение динамического диапазона с ростом входного тока, которое обусловлено возрастанием паразитной ёмкости. Что бы избежать такой проблемы в данной работе предложено для расширения динамического диапазона при больших $I_{вх} \approx I_{ф}$ сопротивление $R_{о.с}$ шунтировать туннельным диодом рис. 3. За счёт включения его в прямом направлении он уменьшает паразитную ёмкость. Выбран именно туннельный диод, потому что по своей структуре он не имеет собственной диффузионной ёмкости. Когда с ростом частоты в цепи обратной связи происходит увеличение паразитной ёмкости на резисторе R_F, параллельное включение туннельного диода приводит к её уменьшению, не изменяя проходящий сигнал в целом.

Паразитная ёмкость — нежелательная ёмкостная связь, возникающая между проводниками или элементами электронных схем. Описанная ёмкость обратной связи $C_{о.с}$ шунтирующая сопротивление $R_{о.с}$ существенно ухудшает характеристики усилителя, снижая в $C/C_{о.с}$ раз его коэффициент усиления и повышая его эквивалентную мощность шума.

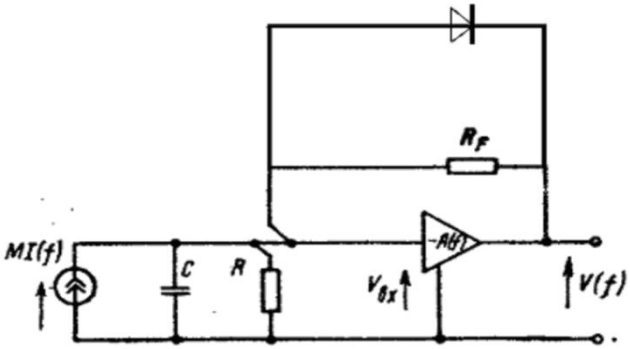

Рис 3. Модифицирована эквивалентная входная цепь трансимпедансного усилителя на переменном токе

Литература:

1. Вересов Г.П. Электропитание бытовой радиоэлектронной аппаратуры. - М.: Радио и связь, 1983. - 128 с.
2. Костиков В.Г., Парфенов Е.М., Шахнов В.А. Источники электропитания электронных средств. Схемотехника и конструирование. - М.: Горячая линия - Телеком, 2001. -344 с.
3. Трейстер Р., Мейо Дж. 44 источника электропитания для любительских электронных устройств. – М.: Энергоатомиздат, 1990. - 288с.
4. Гауер Дж. Оптические системы связи. – М.: Радио и связь, 1989. – 501 с.