**Реферат:**

**« Коррекция частотных искажений сигналов»**

**План**

Вступление

1. Сущность частотных искажений сигналов

2. Задача амплитудного корректирования и схемы амплитудных корректоров

3. Общие сведения о фазовом корректировании, схемы и характеристики фазовых звеньев

Заключение

**Вступление**

Настоящая лекция посвящена уяснению сущности искажения сигналов, постановке и идеям решения задач амплитудного и фазового корректирования.

**1. Сущность частотных искажений сигналов**

В соответствии с положением о безискаженной передаче сигналов АЧХ (или рабочее затухание ) должна быть постоянной величенной на интервале частот от 0 до **∞**, а ФЧХ ( или рабочая фаза ) – линейной функции частоты **ω**.

Это требование эквивалентно тому, что функция группового времени задержки должна быть частотно независимой (постоянной) величиной.

Графически, соответствующие неискажающей электрической цепи, характеристики показаны на рисунке 1.

а0

0

**ωt0**

**t0**

a) **а(ω)** б) **b(ω)** в) **tг (ω)**

Если спектр полезного сигнала ограничен, то достаточно, чтобы указанные требования выполнялись в рабочем диапазоне частот.

Физические свойства устройств, образующих тракт передачи сигнала(усилителей, фильтров, участков проводных линий и т.д. ) таковы, что в пределах рабочего диапазона частот их рабочие характеристики не отвечают требованиям безискаженной передаче сигналов (привести примеры).

В результате отклонения реальных частотных характеристик каналов связи от идеальных возникают искажения, которые можно разделить на два вида:

а)Амплитудно-частотные искажения (АЧИ), обусловленные неравномерностью затухания в рабочем диапазоне частот;

б)Фазо–частотные искажения (ФЧИ), возникающие из-за нелинейной зависимости рабочей фазы от частоты.

Вредное действие АЧИ проявляется в изменении амплитудного спектра передаваемого сигнала, что приводит к изменению его формы и другим негативным последствиям. ФЧИ практически не оказывают влияния на качество передачи речевых сигналов, но их влияние приходится учитывать при передаче импульсных и телевизионных сигналов.

Устранение частотных искажений сигналов в каналах связи достигается лишь путем амплитудного и фазового корректирования, при этом оно осуществляется в определенных пределах, установленных соответствующими нормативными документами (основу составляют требования международного союза электросвязи ).

Обычно первым этапом осуществляется амплитудное корректирование, а затем, если это необходимо, производится фазовое корректирование.

**2. Задача амплитудного корректирования**

Амплитудное корректирование применяется с целью уменьшения АЧИ в каналах связи, т. е. для выравнивания в них затухания (усиления) в рабочем диапазоне частот таким образом, чтобы неравномерность затухания не превышала бы некоторой заданной величены

**Δа(ω) ≤ Δаmax**

Поскольку все устройства, образующие канал связи, обычно соединяются между собой каскадно-согласовано или каскадно-развязано, то результирующие затухание определяется следующей суммой:

**аобщ****(ω)= акан****(ω)+ акор(ω)**

где **акан(ω)**-затухание канала, **акор(ω)-**затухание амплитудного корректора

Очевидно, что при некоторой заданной точности можно получить:

**аобщ****(ω) ≈ const**

Решить данную задачу можно как с помощью пассивного корректора, так и с помощью усилителя с частотной зависимостью рабочего усиления, отличающегося на постоянную величину от **акан****(ω).**

На рисунке 2 показаны графики **аобщ****(ω)**, полученные в результате применения этих способов



Рисунок 2

В настоящей лекции рассмотрим только пассивные корректоры.

Задача синтеза амплитудных корректоров включает в себя на первом этапе задачу аппроксимации. Действительно, функция затухания корректора должна аппроксимировать разность.

**аξ(ω)=аобщ (ω)-акан (ω)**,

где **аобщ(ω)** – выбранное постоянное значение затухания канала связи после корректирования.

По зависимости а**ξ(ω)** легко находится частотная зависимость, т,к.



,

которая затем аппроксимируется функцией



Стремление при заданной сложности корректора получить наивысшую точность приводит к необходимости применять методы оптимального синтеза. При этом в качестве критерия близости исходной и аппроксимирующей характеристик используется только критерий близости Чебышева. Таким образом, задачу конструирования оптимальной передаточной функции амплитудного корректора можно записать в форме оптимальной задачи нелинейного программирования: найти фиксированные n и m коэффициенты Аi и Bi функции F(ω) такие, чтобы в рабочем диапазоне частот



и функция **⏐Т(jω)⏐2** удовлетворяла при этом УФР.

По найденной в результате решения задачи функции**⏐Т(jω)⏐2** , затем известным методом определяется соответствующая ей ОПФ Т(р). Эта функция на следующем этапе и реализуется одной из возможных схем.

Схемы амплитудных корректоров.

Отыскание схемы и определение параметров амплитудного корректора составляет содержание следующего этапа синтеза – этапа реализации. Чаще всего последние строятся по мостовым или Т-образным перекрытым схемам постоянного входного сопротивления. На практике будет более предподчительней Т-образная перекрытая схема, поскольку в ней меньшее число элементов, а также имеется общий проводник между входом и выходом корректора.

Общая схема такого корректора показана на рисунке 3.



Рисунок 3.

для указанной схемы:



,





из этих соотношений следует, что с изменением **Z1** или **Z2** ,будут одновременно изменяется как рабочее затухание, так и рабочая фаза.

Чаще всего двухполюсник **Z1**представляет собой параллельное соединение активного и реактивного проводимостей





Т. е. **Z2** представляет собой последовательное соединение активного и реактивного сопротивлений. Так, например, если в качестве **Z1** будет параллельное соединение емкости и активного сопротивлений, то вместо Z2 будет последовательное соединение **R2** и **L2**. Схема такого корректора и график его рабочего затухания показаны на рисунке 4.



Рисунок 4.

Такой корректор может использоваться только в том случае, если затухание канала с увеличением частоты возрастает.

Более сложная зависимость **а(ω)**, показана на рисунке 5, получается, если в качестве **Z1**, включается параллельный, а в качестве **Z2**, последовательный колебательные контура



Рисунок 5.

Во многих случаях используется каскадное согласование включений перекрытых Т- образных корректоров, позволяющих максимально приблизится к требуемой характеристике.

Отметим, что в последние годы начинает отмечается распространение безиндуктивных АRC-корректоров, позволяющих использовать технологию микроэлектроники.

**3. Общие сведения о фазовом корректировании**

Фазовое корректирование при необходимости осуществляется лишь на втором этапе, Т.е. после амплитудного корректирования. В его задачу входит уменьшение криво линейности фазовой характеристики канала, что обычно достигается путем каскадно-согласованного или каскадно-развязанного включения в канал связи специальных устройств, которые называют фазовыми корректорами (ФК) или фазовыравнивающими четырехполюсниками.

ФК разделяют на индивидуальные, стандартные и переменные.

Индивидуальные ФК предназначены для корректирования некоммутируемых каналов тональной частоты стационарных магистральных линий связи. Они обеспечивают максимальную точность корректирования ФЧХ (3-6)0 .

Стандартные ФК применяются для корректирования характеристик различных каналов, коммутируемых в процессе эксплуатации, на одном переприемном участке. Они обычно обеспечивают точность корректирования(15-20)0 .

Переменные ФК используются для более точной коррекции ФЧХ на коммутируемых каналах связи.

ФК обычно реализуются на основе фазовых звеньев.

Под фазовым звеном принято понимать линейный четырех полюсник с частотно-независимым затуханием и частотно-зависимой фазовой характеристикой. ОПФ такого четырехполюсника имеет следующий вид:



где **Vn(p)**- полином Гурвица **n-й** степени, **Vn(-p)**- полином, получаемый из **Vn(p)** путем замены оператора р-на **(-р)**.

В зависимости от порядка **Vn(p)** фазовые звенья делятся на простые **(п=1.2)** и сложные **(n ≥ 3)**.

После включения в канал связи ФК общую рабочую фазу можно определить суммой

**bобщ(ω)=bкан(ω)+bкф (ω)**

Изменяя **bкор(ω)**, можем добиться того, что суммарная ФЧХ в рабочем диапазоне частот будет с требуемой точностью линейной функций . На рис. 6 показаны примерные графики корректируемого канала связи



Рисунок 6.

Фазовые звенья ФК принято классифицировать в соответствии с порядком их ОПФ. Так ,фазовые звенья 1-го порядка имеют ОПФ



###### А 2-го порядка



Звенья 1-го и 2-го порядков имеют наибольшую практическую значимость , поскольку именно из них обычно и конструируется ФК .

При решении задачи аппроксимации по вполне очевидным причинам естественным будет выбор чебышевского критерия близости, котороый в данном случае имеет вид:

,

где **ai** - коэффициенты полинома **Vn(jω)** Гурвица, **t0**- время, определяемое из условий допустимой задержки сигнала.

С алгоритмом и программой решения этой задачи можно ознакомиться в технической литературе.

Найденную **Т(р)** представляют в виде функции - сомножителей первого и второго порядка, необходимую для каскадной реализации ФК.

Схемы и характеристики фазовых звеньев.

Пассивные фазовые звенья обычно реализуются в виде мостовых или Т-образных перекрытых четырехполюсников. Если в результате аппроксимации определена Т(р) фазового корректора, то сопротивление двухполюсников и мостовой схемы весьма просто найти по ранее полученным формулам при .



Осуществим реализацию звена 1-го порядка, для которого



Нетрудно определить (путем замены **Р= jω**), что **Za(jω)** представляет собой индуктивность **La=R0/a1** , а **Zb(jω)** - емкость **Cb=1/R0a1** .

Затухание такого звена

,

а рабочая фаза

.

Мостовая схема и график b(ω) показана на рисунке 7.



Рисунок 7.

В связи с известными недостатками мостовой реализации, на практике используют четырехполюсники эквивалентные мостовым. Одной из таких схем может быть схема с идеальным трансформатором (рисунок 8а.)

 

а) б)

Рисунок 8.

Таким образом, для фазового звена 1-го порядка получается схема, представленная на рис.8.б.

Действуя аналогичным образом, можно получить схемы фазовых звеньев 2-го порядка.

Для мостовой схемы:



Видно, что **Za(p)** представляет собой параллельное, а -последовательное соединение элементов **L** и **C**.

При этом



Соответствующая мостовая схема и график **b(ω)** показаны на рисунке 9 а) и б).



а) б)

Рисунок 9.

На практике чаще используются неуравновешенные схемы, показанные на рисунке 10, соответствующие различным соотношениям между коэффициентами a1 и a2 полином Гурвица.



Рисунок 10.

**Заключение**

В последнее время в связи с широким внедрением микроэлектроники в технику связи предпринимаются попытки построения безиндуктивных корректоров. В частности , разработано большое количество схем звеньев 1-го и 2-го порядков на операционных усилителях , дающих возможность на основе каскадно-развязанного соединения реализовать сложные функции .

Следует также упомянуть, что в аппаратуре дальней связи помимо выше рассмотренных находят широкое применение настраиваемых вручную или автоматически , так называемые косинусные и гармонические корректоры , детальное ознакомление с которыми предлагается изучить курсантами самостоятельно.