**Практическое занятие 8**

**Синтез параллельного КУ методом ЛЧХ.**

1. **Основные теоретические положения**
   * + 1. *Достоинства параллельных КУ ?*

В АС средней и большой мощности для обеспечения заданных требований по точности и качеству управления применяются параллельные КУ, т.е. КУ, включенные в обратные связи внутренних контуров, т.к. последовательные КУ обладают рядом существенных недостатков:

* требуют дополнительных усилителей мощности по причине ослабления мощности корректируемого сигнала;
* предъявляются жестокие требования к стабильности параметров неизменяемой части АС;
* наличие форсирующих звеньев в КУ приводит к усилению ВЧ помех, которые перегружают оконечные каскады, создают нелинейный режим работы АС.

Данные недостатки последовательного КУ и ограничивают возможность их применения в АС средней и большой мощности. При удачном выборе параллельного КУ динамические свойства звена, охваченного обратной связью, определяются динамическими свойствами КУ.

Т.о., основными достоинствами параллельного КУ являются:

1). Применение параллельных КУ позволяет уменьшить зависимость качества АС от изменения ее параметров (звена, охваченного обратной связью с КУ).

2). Нелинейные характеристики элементов, охваченных ОС, линеаризуются, т.к. передающие свойства такого звена определяются параметрами контура ОС, т.е. параметрами параллельного КУ.

3). Выходными сигналами параллельного КУ является мощные сигналы оконечных каскадов АС, поэтому нет необходимости в их усилении.

4). Значительно меньший, по сравнению с последовательным КУ, уровень высокочастотных помех.

1. *Сущность синтеза параллельного КУ ?*



Передаточная функция желаемой разомкнутой системы будет:

*,*

где 

Т.о., сущность синтеза параллельного КУ вытекает из возможности замены последовательного КУ *Wку(р)* эквивалентным параллельным КУ *Wку(р).*

1. *Синтез параллельного КУ методом ЛАХ ?*

Структуру скорректированной системы можно представить в виде:



Тогда для разомкнутой системы:

*Wж(р)= W13(р) где W13(р)= W1(р) W3(р).*

Тогда  *Lж(ω)= L13(ω)+*.

Для того, чтобы найти *Lку(ω)* и *Wж(р)* рассмотрим более подробно связь частотной характеристики внутреннего контура  с частотными характеристиками и *Wку(jω):*

*Wж(р)= W13(р)⋅= W13(р) W2(р)= W13(р) W2(р)⋅ .*

Рассматривают два частных случая:

а)

Тогда

Следовательно, *Lж(ω)=Lн(ω)* и в этом случае:

*L2(ω)+Lку(ω)<< 0, Lку(ω)<< - L2(ω).*

б)

Тогда ≅,

= -

Следовательно,

*Lж(ω)=L13(ω)-Lку(ω)< - Lн(ω)*

и в этом случае

*L2(ω)+Lку(ω)>> 0, Lку(ω)>> -L2(ω),* но при известной *Lж(ω)*в диапазоне частот, где *Lж(ω)< Lн(ω) Lку(ω)=L13(ω)-Lж(ω).*

Т.о. во всем диапазоне частот при параллельном КУ:

*Lж(ω)≤ Lн(ω).*

Если *Lж(ω)=Lн(ω) , то Lку(ω)< -L2(ω),*

Если *Lж(ω)< Lн(ω) , то Lку(ω)> -L2(ω),*

Данные соотношения накладывают на желаемую ЛАХ при параллельном способе коррекции следующие ограничения из условия реализуемости и простоты КУ:

1) параллельное КУ будет реализовано, если во всем диапазоне частот

*Lж(ω)≤ Lн(ω).*

2) параллельное КУ будет тем проще, чем больше будет совпадений частот сопряжений *Lж(ω)* *и L13(ω)* в диапазоне частот где *Lж(ω)< Lн(ω).*

1. *Порядок синтеза параллельного КУ ?*

1. Построить ЛАХ неизменной части АС *.* Методика построения ничем не отличается от методики построения ЛАХ разомкнутой АС.

2. Построить желаемую ЛАХ разомкнутой системы . Методика построения желаемой ЛАХ аналогична методике построения в случае последовательного КУ.

3. Проверить устойчивость и качество скорректированной АС.

4. Построить ЛАХ звеньев, не охваченных КУ.

5. Построить ЛАХ звеньев, охваченных КУ и определить *.*

6. Определить ЛАХ и передаточную функцию параллельную КУ *,* исходя из соображений:

- для областей частот где - строится произвольно, но с учетом условий и простоты реализации КУ;

- для области частот где - определяется графическим решением уравнения:

По виду полученной находится .

7. С помощью таблиц определить и рассчитать схему технической реализации параллельного КУ.

8. Проверить точными методами выполнение требований по качеству синтезированной АС с ПФ разомкнутой системы:

**Задача №1**

Структурная схема АС имеет вид:



где

***Определить*** параметры параллельного КУ обеспечивающего работу АС со следующими показателями качества:

***Решение:***

Неизменная часть синтезируемой АС представляет собой астатическую схему 1-го порядка, которая описывается дифференциальным уравнением 3-го порядка

**1. *Определим величину коэффициента усиления разомкнутой системы*** исходя из условий, предъявляемых по точности к АС.

*е(t)=S0х(t)+ S1х(t)+ S2х(t)+…,*

т.к. *S0х(t)=0,* то *ν=1 е(t)=S1х(t); 0,02= S1⋅2;* откуда *S1=0,01*;

В нашем примере *К=К1⋅К2=1⋅К2* и т.к. *ν=1*, то *К=1/S1*, или *К=х(1)(t)/е(t):*

****.

 **2. *Убедиться в необходимости коррекции исходной АС*.**

 а) *оценим устойчивость и запах устойчивости по фазе.*

 Устойчивость нескорректированной системы удобно оценить по второму следствию критерия Найквиста, т.к. исходная АС нейтральна в разомкнутом состоянии. Строим ЛАХ разомкнутой системы *Lн(ω)* и анализируем соотношение *ωс*и *ωπ*, а также вычисляем *Δϕз*(с м.методику изложенную при решении задачи 1).

 Исходная АС оказалась неустойчивой, т.к. *ωсн > ωπн,.*

Следовательно, необходима коррекция.

Если бы исходная АС оказалась устойчивой с удовлетворительным *Δϕз*, то необходимо было бы:

б) *оценить показатели качества е(t), tр,Δhm  и т.д.*

Т.к. наклон асимптоты ЛАХ нескорректированной система, на которой находится *ωcн* равна *-40дб/дек*, то исходная АС обладает заведомо неудовлетворительными показателями качества *tр* и *Δhm..* По *е(t)* исходная АС нас удовлетворяет, т.к. при выборе *К* мы исходим из *е(t)max.*

Если бы наклон среднечастотной асимптоты был *-20дб/дк*, то для оценки качества АС можно воспользоваться номограммами либо определить:

*tр*

* Δh*

*tср*

При устойчивой исходной АС необходимо сравнить *Δϕз , tр, Δhm* с показателями качества в ТЗ и осуществлять вывод о целесообразности коррекции.

**3. *Построим ЛАХ желаемой******системы*** , которая бы обеспечивала требуемые показатели качества:

– так как полученные *К* и *ν* для исходной и желаемой систем одинаковы, то

*Lжн(ω)=Lнн(ω),*

– строим среднечастотную асимптоту Lжс(ω):





*L(1)= 20lg100=40,дб.*

а) *определим min допустимую частоту среза ωсmin* из условия обеспечения заданного времени регулирования *tр< 0,5с*  и *Δhm=20%.*



*ωс min tр max≈7,5 ωс min≈15с-1*

С целью обеспечения *tр min* необходимо увеличить частоту среза. Выбираем *ωс≈ 20с-*1.

б) *определяем допустимые границы*, т.е. *ω3ж* и *ω2ж*:

*ω3ж≥(2-4) . ωсж; . ω3≥40-80, с-1*

Из условия простоты реализации КУ выбираем  *ω3=ωсопр=50, с-1*

Левая граница среднечастотной асимптоты определяется из соотношения *ω2ж≤ω3/10, ω2≤5, с-1*

Выбираем *ω2=5, с-1*

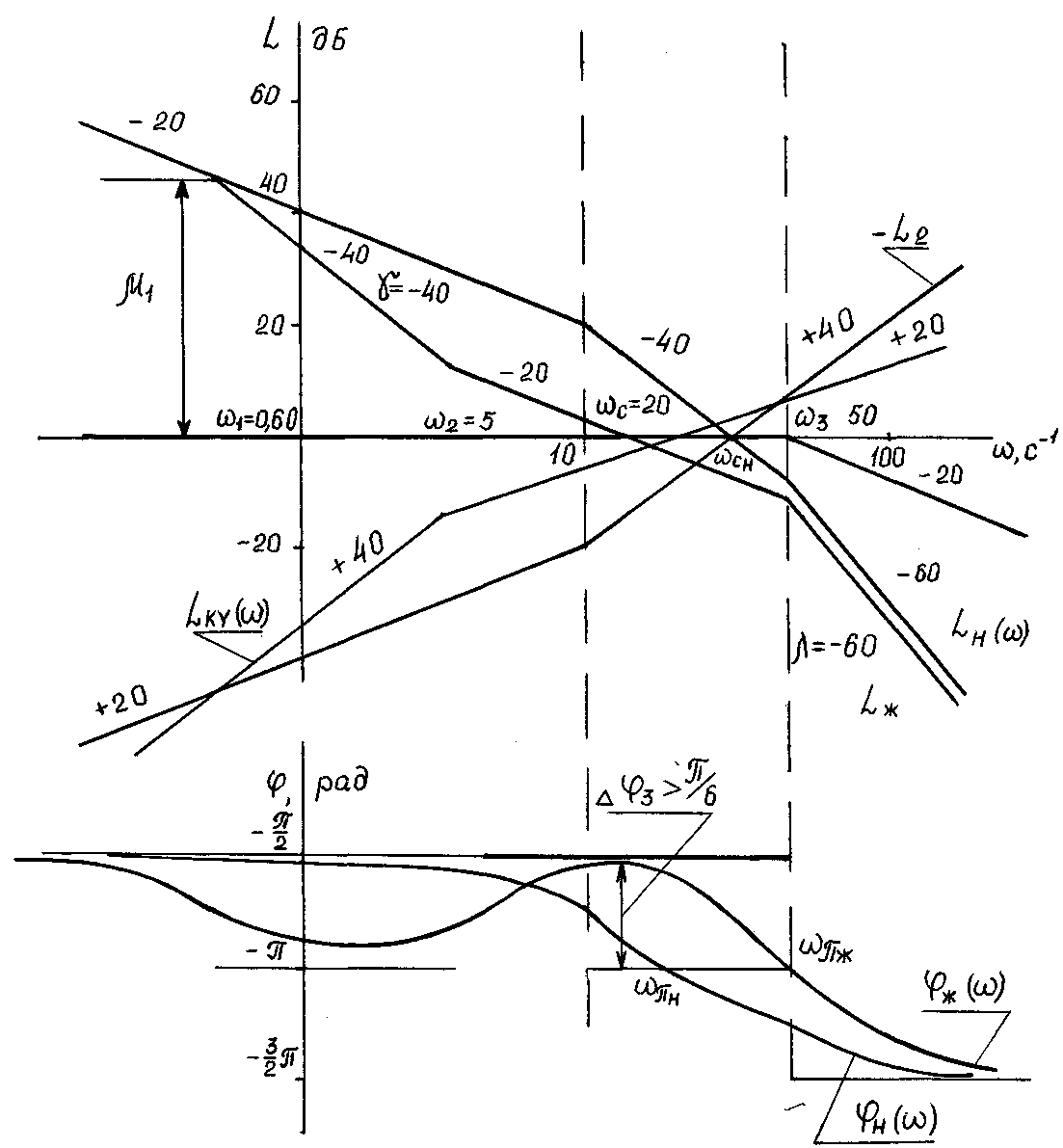


Рисунок 3 - ЛАХ синтезированной АС с параллельным КУ

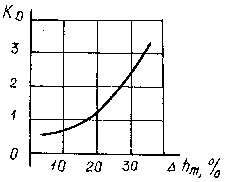


Рисунок 4 - График зависимости величины перерегулирования АС от

выбранного коэффициента усиления

в) *через частоту ωс= 20с-1 проводим среднечастотную асимптоту* с наклоном *–20дб/дк*. Левая и правая границы*: ω2=5, с-1; ω3=50 с-1:*

* выполним сопряжение среднечастотной асимптоты с низкочастотной.(*Данное сопряжение осуществляется прямой с min возможным наклоном, что обеспечит max запас устойчивости по фазе желаемой АС.)*
* строим высокочастотную асимптоту.

Высокочастотная асимптота не оказывает существенного влияния на качество системы, поэтому, если не удается добиться точного совпадения высокочастотных *Lж(ω)* с *Lн(ω)* на частоте *ω3=5, с-1*, то ее проводим параллельно *Lн(ω).*

* строим ϕж(ω).

4. ***С помощью номограмм Чесната-Майера определяем Δhm  и*** *tр* (см. ПЗ №7), предварительно оценив устойчивость, и *Δωз* синтезированной системы:

АС устойчива,так как*ωсж<.ωπж,*

При этом*Δφз> π/6*.

Определим параметры входа в номограммы:

μ1=50 дб, γ=-40дб/дк, λ=-60дб/дк, , .

По этим данным входим в соответствующие номограммы из которых определяем

.

Следовательно: *tр=0,25< tр зад= 0,5 с, Δhm=15%< Δhm зад=20%.*

Т.о. синтезированная АС по всем показателям качества удовлетворяет требованиям ТЗ на проектируемую систему.

**5. *Определяем Lку(ω) и Wку(ω) параллельного КУ.***

Для диапазонов частот, где *Lж(ω)=Lж(ω)*

*Lку(ω) ≤ -L2(ω).*  С целью упрощения КУ частоты сопряжения *ω1* и *ω3* можно не учитывать. По виду *Lку(ω)* запишем передаточную функцию полученного параллельного КУ.

.

С помощью справочника подбираем электрическую схему реализации КУ (Приложение 1 ПЗ №7) и рассчитываем ее параметры:

-дифференцирующее звено реализуется обычно с помощью тахогенератора;

 реализуется на пассивных RС– цепочках:

R1

R1

C

*К=R2C*

R2

*Т2 =(*

Задаваясь значением одного из параметров электрической цепи из единого ряда, можем вычислить два других параметра.

**Вывод:**

в качестве параллельных КУ обычно применяются *фазоопережающие* звенья, которые вводят в прямой тракт АС производные от выходного сигнала устройства, охваченного внутренней обратной связью. В результате уменьшается отрицательное фазовое смещение, возникающее в разомкнутой АС. Это позволяет увеличить запас устойчивости и быстродействия системы.

С целью достижения физической реализуемости полученного КУ нужно учитывать инерционность тахогенератора, либо, не нарушая правила, что для частот где *Lж(ω)=Lж(ω) Lку<- L2,* в передаточную функции *Wку(р)* ввести инерционные звенья.