

# *СИНТЕЗ ДИСКРЕТНЫХ СИСТЕМ МЕТОДОМ ЖЕЛАЕМЫХ ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК*

Цифровые системы автоматического  
управления

# Синтез системы

Направленный расчет, имеющий конечной целью :

- 1) определение рациональной структуры системы
- 2) установление оптимальных величин параметров отдельных звеньев.

При инженерном синтезе ставятся задачи:

- Достижение требуемой точности.
- Обеспечение приемлемого характера переходных процессов (задача демпфирования).

Решение первой задачи заключено в выборе средств повышающих точность системы, т.е. фактически вида регулирования.

Решение второй задачи заключено в выборе оптимальных корректирующих средств.

# Способы решения задач синтеза

Первый способ основан на применении билинейного преобразования и построении желаемых логарифмических амплитудных и фазовых характеристик относительно псевдочастоты с последующим нахождением программ коррекции

По второму способу сначала определяют положения полюсов и нулей характеристического уравнения замкнутой САУ, а уже по ним строят желаемые формы корневых годографов с последующим нахождением условий их взаимной компенсации.

# Применение

Первый способ обычно применяют при синтезе последовательных и параллельных корректирующих устройств,

Второй — при синтезе устройств параллельной коррекции.

Возможно объединение обоих способов; тогда выбор векторно-матричного уравнения желаемой САР осуществляют с помощью билинейного преобразования с последующим выбором нулей и полюсов замкнутой системы, а программу коррекции определяют в виде обратных связей.

# Метод желаемых логарифмических амплитудно-псевдочастотных характеристик

Метод ЖЛАЧХ позволяет учитывать следующие основные требования:

- а) требования к точности системы в установившемся режиме;
- б) требования к запасам устойчивости и качеству процессов управления (колебательность, перерегулирование и так далее);
- в) требования к быстродействию системы;
- г) требования к цифровому алгоритму управления (алгоритм коррекции должен быть устойчивым, задан максимальный порядок алгоритма коррекции и так далее).

- Требования к точности формулируются как требования к величине ошибки в установившемся режиме при отработке типового воздействия.

- Типовым воздействием обычно является гармонический сигнал с амплитудой  $A_{вх}$  и частотой  $\omega_{вх}$

$$f_{вх}(t) = A_{вх} \sin \omega_{вх} t$$

- Ошибка  $\varepsilon_y$  [кТ], устанавливающаяся в системе по окончании переходного процесса

$$\varepsilon_y[kT] = \left| \Phi_\varepsilon \left( e^{j\omega_{вх}} \right) \right| A_{вх} \sin \left( \omega_{вх} kT + \arg \Phi_\varepsilon \left( e^{j\omega_{вх} 0} \right) \right)$$

где  $\Phi_\varepsilon(z)$  - передаточная функция замкнутой системы по ошибке

Получим:

$$\varepsilon_y[kT] \leq \left| \Phi_\varepsilon \left( e^{j\omega_{вх}} \right) \right| A_{вх}$$

- Если ошибка  $\varepsilon_y$  [кТ] не должна превышать известную величину  $\delta_{max}$ , то для этого достаточно, чтобы

$$\left| \Phi_\varepsilon \left( e^{j\omega_{ex}} \right) \right| A_{ex} \leq \delta_{max}$$

$$20 \lg |W_w^*(j\lambda_{ex})| \gg 20 \lg \frac{A_{ex}}{\delta_{max}} \quad \text{где} \quad \lambda_{ex} = \frac{2}{T} \operatorname{tg} \frac{\omega_{ex} T}{2}$$

- ЛАПЧХ разомкнутой ИС должна проходить выше точки с координатами:

$$\lambda = \lambda_{a\tilde{\omega}}, \quad \dot{A}^*(\lambda) = 20 \lg \frac{A_{a\tilde{\omega}}}{\delta_{max}}$$

- Если для статической системы задана допустимая ошибка  $\delta_{\max}$  отработки единичного ступенчатого воздействия
- тогда коэффициент усиления системы должен удовлетворять условию

$$k \geq \frac{1 - \delta_{\max}}{\delta_{\max}};$$

- Устойчивость замкнутой системы контролируется с помощью запасов устойчивости.
- Обычно принимают запасы устойчивости по амплитуде и фазе не менее 10 Дб и  $30^\circ$  соответственно.
- Требования, предъявляемые к качеству переходного процесса проверяются уже после синтеза, с помощью численного расчета переходных процессов в синтезируемой системе.



# Построение желаемых псевдочастотных характеристик

Требования к низкочастотной части ЛАПЧХ.

- Заданная ошибка слежения в системе не будет превышена, если ЛАПЧХ разомкнутой системы проходит не ниже точки  $A_k$  с координатами:

$$\lambda_{\hat{e}} = \frac{g_{max}}{g_{max}}$$

$$L_{\hat{e}} = 20 \lg \frac{g_{max}^2}{\varepsilon_{max} g_{max}}$$

- Наклон первой асимптоты соответствует требуемому порядку астатизма системы.
- В большинстве случаев порядок астатизма при синтезе системы не изменяется, и тогда наклон первой низкочастотной асимптоты совпадает с наклоном первой низкочастотной асимптоты приведенной непрерывной части.

# Построение желаемых псевдочастотных характеристик

Требования к среднечастотной части ЛАПЧХ.

- Среднечастотный участок определяется быстродействием, которое связано с частотой среза  $\lambda_c$
- и запасом устойчивости по амплитуде и фазе.
- Он состоит из асимптоты с наклоном  $-20 \text{ дБ/дек}$ .
- Протяженность участка определяется требованиями к показателям качества.
- Чем данный участок длиннее, тем ближе переходный процесс к апериодическому.

# Построение желаемых псевдочастотных характеристик

Требования к высокочастотной части ЛАПЧХ.

- Высокочастотная часть желаемой ЛАПЧХ определяется тем, что ПЧХ дискретной системы содержат неминимально-фазовые звенья типа  $(1-j\lambda T/2)$ .
- Следовательно, если сформировать желаемую ЛАПЧХ без учета таких звеньев, то контур управления окажется неустойчивым.
- Таким образом, желаемая ЛАПЧХ должна содержать все неминимально-фазовые звенья, располагаемые в характеристике дискретной системы.

# Синтез САР по методу корневого годографа

Синтез САР с использованием метода корневого годографа решается на основе размещения нулей и полюсов характеристического уравнения замкнутой системы на плоскости  $z$ , при которых обеспечивается получение основных показателей качества, задаваемых техническими условиями.

Основан на взаимной компенсации полюсов и нулей. Для этого на плоскости  $z$  вводят дополнительные полюсы и нули, по которым формируются импульсные корректирующие устройства или рабочие программы для микроЭВМ, обеспечивающие компенсацию нежелательных полюсов и нулей, снижающих запасы устойчивости и ухудшающих показатели качества.

