

1. Кучеров Д.П., Куприянов А.А. Современные источники питания ПК и периферии. – Санкт-Петербург: Наука и техника, 2007.

УДК 62-52

СИНТЕЗ РЕГУЛЯТОРОВ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ПРИ ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ ВОЗМУЩЕНИЯХ

Беляцкий Р. В., Огур А. И. ст. гр. 10705113

Научный руководитель – Опейко О. Ф. к.т.н., доцент

В электроприводах с векторным управлением необходимы контуры управления составляющими тока статора [1] и, во многих случаях, скоростью. Для каждой из этих величин, как правило, применяются пропорционально интегрирующие (ПИ) регуляторы [2].

Тяговые электроприводы транспорта, электроприводы поворота солнечных панелей и многие другие функционируют на открытом воздухе. Для таких электроприводов характерны значительные параметрические возмущения, вызванные изменением температуры. Кроме того, приведенный к валу электродвигателя момент инерции во многих случаях изменяется в процессе функционирования.

Целью работы является синтез регуляторов электропривода с учетом параметрических возмущений объекта и с дискретным управлением.

Вначале выполняется синтез регулятора скорости. Синтез астатического контура скорости, представленного на рисунке 1, выполняется при допущении [3], что контур тока безынерционный и коэффициент обратной связи по скорости равен единице.

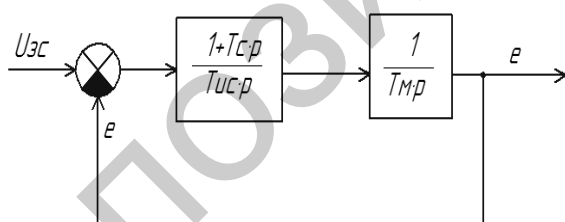


Рисунок 1 – Структурная схема контура скорости при учете допущений

Известна непрерывная передаточная функция ПИ регулятора [2]

$$K_{ПИ} = \frac{T_c \cdot p + 1}{T_{uc} \cdot p} = \beta_1 + \beta_0 \cdot \frac{1}{p}. \quad (1)$$

Передаточная функция контура с ПИ регулятором имеет вид:

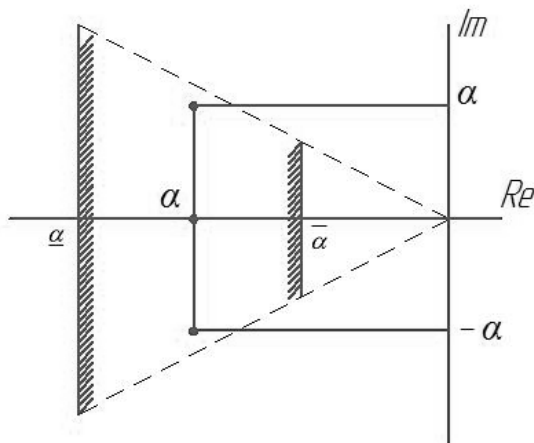
$$W_{zca} = \frac{e}{U_{zc}} = \frac{1 + T_c p}{T_{uc} T_m p^2 + T_c p + 1}.$$

Характеристический полином системы второго порядка с ПИ регулятором имеет вид

$$N(p) = T_{uc} T_M p^2 + T_c p + 1 = T_{uc} T_M \left(p^2 + \frac{T_c}{T_{uc} T_M} p + \frac{1}{T_{uc} T_M} \right).$$

Для расчета параметров T_{uc}, T_c регулятора рассмотрим 2 случая, когда корни полинома равны $p_{1,2} = -\alpha \pm j\alpha$ либо $p_{1,2} = -\alpha$. При этом корни полинома должны находиться в пределах от $\underline{\alpha}$ до $\bar{\alpha}$. При расчете будем принимать α как среднее арифметическое этих пределов

$$\alpha = \frac{\bar{\alpha} + \underline{\alpha}}{2}$$



Если желаемые корни полинома равны p_1, p_2 , приравняв полином контура к желаемому полиному

$$p^2 + \frac{T_c}{T_{uc} T_M} p + \frac{1}{T_{uc} T_M} = p^2 + (-p_1 - p_2)p + p_1 p_2$$

получаем выражения для расчета параметров регулятора

$$\beta_1 = (-p_1 - p_2) T_M, \quad \beta_0 = p_1 \cdot p_2 T_M.$$

Рисунок 2 - Распределение корней полинома

В частности, при $p_{1,2} = -\alpha \pm j\alpha$, имеем $\beta_1 = 2\alpha T_M$, $\beta_0 = 2\alpha^2 T_M$ а если $p_{1,2} = -\alpha$, то $\beta_1 = 2\alpha T_M$, $\beta_0 = \alpha^2 T_M$.

Выполняя z - преобразование для передаточной функции регулятора скорости,

$$W_{zca}(z) = \frac{U_{zm}(z)}{e_{ca}(z)} = \beta_1 + \beta_0 \cdot \frac{T_c z^{-1}}{1 - z^{-1}} = \frac{\beta_1 (1 - z^{-1}) + \beta_0 T_c z^{-1}}{1 - z^{-1}},$$

получаем выражение для расчета сигнала управления скоростью (сигналом задания тока) на k -м шаге,

$$u_k = u_{k-1} + \beta_1 e_{ck} + (\beta_0 T_c - \beta_1) e_{ck-1}.$$

Синтез управления в контуре тока выполняется по условию быстродействия. Характеристический полином контура тока должен иметь корни на порядок больше по модулю, чем в контуре скорости. Если электромагнитная постоянная времени электродвигателя соизмерима с периодом квантования по времени в контуре тока, то синтез регулятора должен выполняться на основе z - преобразования. Время цикла расчета сигнала управления

$T_c = 0,001$ с. Характеристический полином контура ток с учетом обозначений $d = \exp(-T_c/T)$, где T – электромагнитная постоянная времени, $b = 1/R$,

$$\begin{aligned}c_1' &= c_1 b(1-d); \\c_0' &= c_0 T_c b(1-d) + d;\end{aligned}$$

принимает вид

$$N(z) = z^2 - z(1+d-c_1') + c_0' - c_1';$$

Исходя из соображений быстродействия и запаса устойчивости, корни полинома принимаются $z_{1,2} = 0,5$. Параметры регулятора тока определяются из выражений

$$\begin{cases}c_0' - c_1' = z_1 \cdot z_2; \\c_1' = -(z_1 + z_2) + 1 + d;\end{cases}$$

Для программной реализации регулятора посредством микроконтроллера определяем управление на k -м шаге:

$$u_k = u_{k-1} + a_1 e_{ck} + (c_0 T_c - c_1) e_{ck-1}$$

Расчет для системы с синхронным электродвигателем с постоянными магнитами (СДПМ) показывает, что корневой метод синтеза ПИ регуляторов позволяет при изменениях параметров объекта сохранить приемлемые показатели качества.

Литература

1. Фираго, Б. И. Регулируемые электроприводы переменного тока./ Б. И. Фираго, Л. Б. Павлячик // Минск ЗАО «Техноперспектива» 2006. - 363 с.
2. Анхимюк, В. Л. Теория автоматического управления/ В.Л. Анхимюк, О.Ф.Опейко, Н.Н. Михеев Учеб.пособие, – Минск: ДизайнПРО, 2002. – 343 с.
3. Опейко, О.Ф. Подчиненное управление объектом с параметрической неопределенностью /О.Ф Опейко //Системный анализ и прикладная информатика, №3, 2015. – с.21-24.