

ОЦЕНИВАНИЕ И КОМПЕНСАЦИЯ ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ ВОЗМУЩЕНИЙ СЕРВОПРИВОДА

Хаджинов М. К., Павлова А. В.
Кафедра систем управления,
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
Минск, Республика Беларусь
E-mail: kafsu@bsuir.by

Рассмотрен сервопривод с оцениванием влияния и компенсацией сигнальных и параметрических возмущений, действующих на объект управления. Предложена методика

ВВЕДЕНИЕ

В современных системах управления часто используются регуляторы в обратной связи, базирующиеся на наблюдателе. Система управления с наблюдателем обычно имеет контуры управления и оценивания. Наблюдатель формируется моделью объекта и регулятором контура оценивания. Обычно используется модель невозмущённого движения объекта [1]. После окончания переходного процесса в наблюдателе ошибка оценивания стремится к нулю при совпадении модели с объектом и отсутствии действующих на объект возмущений. Не нулевая ошибка оценивания свидетельствует о действии на объект сигнальных или параметрических возмущений.

На этом свойстве наблюдателей можно строить системы оценивания и компенсации возмущений обоих видов [2]. Проблема заключается в разделении оценок сигнального и параметрического возмущений, подаваемых на отдельные каналы компенсации возмущений. И если компенсация сигнальных возмущений достигается изменением сигнала управления, то компенсация параметрического возмущения требует перенастройки модели в наблюдателе и перенастройки регуляторов контуров управления и оценивания. Для выделения параметрических возмущений предлагается использовать пробные движения сервопривода с синхронным детектированием сигнала ошибки контура оценивания.

I. ЭТАПЫ УПРОЩЕНИЯ ЗАДАЧИ ИДЕНТИФИКАЦИИ ОБЪЕКТА УПРАВЛЕНИЯ

Параметрические возмущения в сервоприводе в первую очередь связаны с изменением момента инерции нагрузки, и в модели сервопривода могут быть сведены к изменению единственного коэффициента на входе интегратора ускорения. Сигнальные возмущения в сервоприводе это моментные возмущения, действующие на нагрузку, и инерциальные возмущения, связанные с перемещением самого сервопривода. Для простоты компенсации все сигнальные возмущения в модели сервопривода целесообразно привести к эквивалентному возмущению, действующему на вход [1]. Для выделения параметрических возмущений на фоне сигнальных пред-

лагается использовать гармонические пробные возмущающие движения как сервопривода, так и его модели с синхронным детектированием сигнала ошибки контура оценивания. Отфильтровав демодулированный сигнал ошибки контура оценивания, получим сигнал параметрического расхождения сервопривода и его модели. Остаётся подстроить коэффициент модели сервопривода под изменившийся сервопривод, а также при необходимости подстроить коэффициенты регуляторов контуров управления и оценивания. Подстройка коэффициентов регуляторов может осуществляться непрерывно или ступенчато при выходе параметрического возмущения за определённые пределы. В сервоприводе пробные сигналы для идентификации параметров возможно задавать на вход силового преобразователя. Однако специально создавать пробные сигналы не обязательно, так как в структуре силового преобразователя уже присутствуют сигналы естественной коммутации ШИМ регуляторов. Эти же сигналы следует использовать для синхронного детектирования сигнала ошибки контура оценивания. Таким образом будет достигнута максимально возможная частота пробных движений сервопривода, что положительно скажется на быстродействии контура оценивания параметров. Ускорить процесс оценивания параметрических возмущений можно за счёт упрощения контура оценивания путём установки датчика ускорения. Стандартный датчик координаты сервопривода позволяет построить контур оценивания наблюдателя. Для упрощения порядка модели на 2 единицы в контуре оценивания параметрических возмущений следует использовать датчик ускорения. Сигнал ошибки оценивания ускорения синхронно детектируется от пробных сигналов тока якоря электродвигателя и фильтруется интегратором. Сигнал интегратора служит для подстройки коэффициента преобразования тока, учитывающего изменение момента инерции нагрузки сервопривода, в модели наблюдателя и подстройки коэффициентов модальных регуляторов контуров управления и оценивания. Компенсатор сигнальных возмущений также может базироваться на сигналах датчика ускорений и представлять собой

интегратор сигнала ошибки оценивания ускорения. В этом случае порядок основного контура оценивания возмущения также уменьшится на 2 единицы, что упростит его настройку на параметрические возмущения. Для упрощения модели в контуре оценивания параметрических возмущений пробные движения можно рассматривать как задаваемые не напряжением ШИМ силового преобразователя, а током якоря электродвигателя, аналоговый сигнал которого в силовом преобразователе уже имеется. В этом случае из контура оценивания исчезают инерционности силового преобразователя и электромагнитных процессов электродвигателя. Однако возникает проблема с выделением гармоники в изменении тока электродвигателя для управления синхронным детектированием сигналов ошибки контура оценивания. Решить эту проблему можно с помощью аналогового или цифрового следящего фильтра, настроенного на частоту силового преобразователя и отслеживающего фазу колебаний управляющего тока электродвигателя. Такой фильтр может быть реализован как аналоговый на операционных усилителях, а также, как цифровой фильтр с повышенной частотой квантования или как цифровой фильтр с упреждением с частотой квантования силового преобразователя [3].

II. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Переход к токовым пробным движениям и измерениям ускорения сервопривода сводит модель идентифицируемого объекта к безинерционному объекту с коэффициентом преобразования тока в угловое ускорение двигателя. Что и позволяет сделать контур оценивания парамет-

рических возмущений самым быстрым контуром в системе управления. Процесс подстройки модели для компенсации параметрических возмущений происходит одновременно с процессом оценивания и может проходить так же быстро. Задавать приемлемую плавную форму переходных процессов идентификации не составляет проблему. Для сохранения формы переходных характеристик процессов регулирования необходимо перестраивать регуляторы контура управления и изменять полосу пропускания системы управления, при этом невозможно сохранить длительность переходных характеристик при увеличении инерционности нагрузки.

III. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хаджинов, М. К. Оценка и компенсация апостериорного матожидания случайных возмущений в системе модального управления на основе эталонных моделей / М. К. Хаджинов, В. А. Шевелева // Информационные технологии и системы 2014 (ИТС 2014) : материалы международной научной конференции, БГУИР, Минск, Беларусь, 29 октября 2014 г. / редкол. : Л. Ю. Шилин [и др.]. – Минск : БГУИР, 2014. – 352 с.
2. Хаджинов М. К. Компенсация сигнальных и параметрических возмущений на основе анализа ошибки контуров оценивания / М. К. Хаджинов, А.Т.Доманов, А.В.Павлова // Информационные технологии и системы 2015 (ИТС 2015): материалы международной научной конференции, БГУИР, Минск, Беларусь, 28 октября 2015. – С. 38-39.
3. Хаджинов М. К. Сервопривод с комбинированным управлением / М. К. Хаджинов, А. Т. Доманов, А. В. Павлова // Информационные технологии и системы 2019 (ИТС 2019): материалы международной научной конференции, БГУИР, Минск, Беларусь, 30 октября 2019. – С. 90-91.