

ЦИФРОВАЯ СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОЙ ПОДСТРОЙКИ ЧАСТОТЫ ГЕНЕРАТОРА МОЩНОГО СВЕРВЫСОКОЧАСТОТНОГО СИГНАЛА

Волков А.В.

E-mail: a.volkov.tomsk@gmail.com

Научный руководитель: к.т.н., доцент, Буркин Е.Ю., НИ ТПУ

Магнетроны нашли широкое применение в приборах для генерации колебаний сверхвысокочастотного излучения большой мощности. Они используются, в основном, в передатчиках радиолокационных станций, в ускорителях заряженных частиц и для высокочастотного нагрева. В результате совместного действия электрического и магнитного полей на потоки электронов в магнетронах возникает генерация колебаний высокой частоты.

Существуют магнетроны, работающие на фиксированной частоте, и настраиваемые магнетроны, в которых изменяется собственная частота резонаторов. С этой целью для получения более коротких волн в резонаторы вводят медные цилиндры, которые уменьшают индуктивность, а для получения более длинных волн — металлические пластинки, увеличивающие электроемкость. Такие методы дают изменение частоты не более чем на 10—15%.

В данной работе решалась задача автоматической подстройки частоты магнетрона путём изменения расстояния между пластинами резонатора. Изначально для подстройки частоты применялся ручной механизм, который подгибал или отгибал одну из пластин. Это не позволяло в автоматическом режиме настроить магнетрон на резонансную частоту и удерживать её, так как в процессе работы резонансная частота может несколько изменяться.

Для решения подобных задач используют системы экстремального регулирования (СЭР), которые способны находить и удерживать экстремальное значение некоторого параметра, характеризующего качество функционирования данного объекта [1, 2]. Определяющим обстоятельством в рассматриваемой системе является метод поиска экстремального значения функции. Для нахождения экстремума следует найти такое значение управляющего параметра ($x = x_0$) при котором функция $U = \Phi(x)$ максимальна, чему соответствует условие:

$$\frac{dU(x_0)}{dx} = 0. \quad (1)$$

В нашем случае непосредственно измерить производную (1) не представляется возможным и поэтому она заменяется производными выходной и входной координат по времени:

$$y = \frac{dU}{dt} \quad \text{и} \quad z = \frac{dx}{dt} \quad (2)$$

С целью определения этих производных параметр x при помощи регулирующего органа принудительно изменяется с постоянной скоростью, т.е. осуществляется непрерывный независимый поиск. В зависимости от расположения выходной координаты U на характеристике $U(x)$ и направления изменения параметра x (рис. 1) возможны четыре варианта знаков производных, отраженные в табл. 1. Варианты 1 и 3 указывают на то, что координата U приближается к экстремуму, варианты 2 и 4 — к удалению от него, т.е. неправильному направлению движения. Поэтому при вариантах 2 и 4 следует произвести реверс регулирующего органа, т.е. поменять направление изменения координаты x .

Таблица 1. Возможные варианты знаков производных и направления движения

Номер варианта	$z = dx/dt$	$y = dU/dt$	Оценка движения
1	+	+	Правильно
2	+	-	Неправильно
3	-	+	Правильно
4	-	-	Неправильно

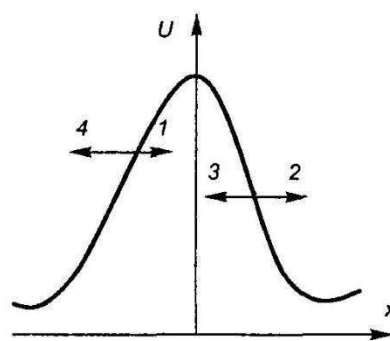


Рис. 1. Характеристика $U(x)$ и направления изменения параметра x

В рассматриваемой экстремальной системе различают два этапа работы: поиск экстремума и удержание управляемого параметра относительно найденного экстремального значения. После нахождения экстремума система продолжает функционировать, непрерывно отслеживая возможные флуктуации управляемого параметра. Это приводит к автоколебаниям относительно экстремума, что обуславливает амплитудную модуляцию управляемого параметра. Частота и амплитуда этих автоколебаний максимально уменьшаются благодаря специальному алгоритму, который постепенно уменьшает шаг управляющего параметра и увеличивает временной интервал между шагами, после нескольких последовательных смен направления регулирующего органа. Таким образом, система переводится в режим удержания экстремума. Если величина управляемого параметра значительно меняется в таком режиме, то система снова переходит в режим поиска.

Для обеспечения обратной связи используется датчик излучения. Электрический сигнал на выходе датчика прямо пропорционален мощности излучения после резонатора и имеет амплитуду 100 мВ при частоте сигнала 10 кГц и длительности импульса 1 мкс. Недостаточно точное измерение амплитуды импульса может привести к ложным реверсам управляющего органа, вследствие этого увеличится время поиска экстремума. Для повышения точности измерений было решено использовать двухкаскадный пиковый детектор на операционных усилителях (ОУ) (рис. 2) [3, 4]. Сигнал с датчика поступает на вход пикового детектора, конденсатор C заряжается до амплитудного значения импульса. Одновременно с этим на вывод внешнего прерывания микроконтроллера поступает сигнал синхронизации (Sync), для запуска измерения напряжения на выходе пикового детектора. Транзистор $Q1$ предназначен для сброса пикового детектора.

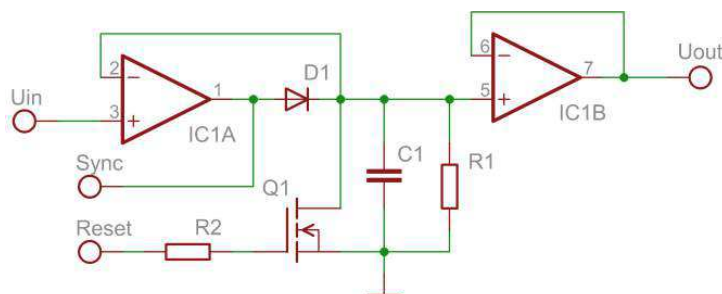


Рис. 2. Пиковый детектор на основе ОУ

В качестве механизма подстройки используется линейный шаговый двигатель ELA35-115, заменяющий стандартный регулировочный механизм магнетрона. Поворот ротора шагового

двигателя на один шаг приводит к пропорциональному линейному перемещению штока актуатора. Это позволяет с высокой точностью и скоростью регулировать расстояние между пластинами резонатора.

Главным элементом системы является микроконтроллер AVR со встроенным аналогово-цифровым преобразователем (АЦП) и интерфейсом USART для обмена информацией. Микроконтроллер выполняет следующие задачи:

- Сброс пикового детектора
- Измерение напряжения на выходе пикового детектора
- Определение производных и решение о необходимости реверса органа управления
- Манипулирование органом управления
- Обмен информацией с компьютером или другим устройством

Для сопряжения системы управления с компьютером используется интерфейс RS485. Предусмотрен как полностью автоматический режим работы с поиском и удержанием экстремума, так и ручной режим, позволяющий настроить нужное положение пластины резонатора с компьютера. Система так же передаёт в компьютер значение амплитуды сигнала с датчика, что позволяет судить о текущей величине излучения магнетрона.

Таким образом, представленная система даёт возможность управлять магнетроном с высокой точностью, как в автоматическом, так и в ручном режиме, что позволяет полностью автоматизировать работу магнетрона в резонаторной системе.

Список литературы:

1. Каганов В.И. Радиозлектронные системы автоматического управления. Учебное пособие. - М.: Горячая линия-Телеком, 2009 - 432 с.
2. Либерзон Л.М., Родов А.Б. Системы экстремального регулирования. – М.: Энергия, 1965 – 160 с.
3. А. Дж. Пейтон, В. Волш. Аналоговая электроника на операционных усилителях — М.: БИНОМ, 1994 - 352 с.
4. Хоровиц П., Хил л .У. Искусство схемотехники: В 3-х томах: Т.1. Пер. с англ. - 4-е изд., перераб. и доп.-М.: Мир, 1993.

АНАЛИЗ СИСТЕМЫ ADVANTA КАК ИНСТРУМЕНТА ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ ЭТО ТПУ

Гуляева К.В.

E-mail: gulyaeva.kv@gmail.com

Научный руководитель: ассистент, Мозгалева П.И., эксперт Отдела элитного образования

Под системой управления проектами подразумевается набор инструментов, методологий, методов, ресурсов и процедур, используемых для управления проектами. Система может являться формальной и неформальной, помогать менеджеру проекта эффективно завершить проект. Система управления проектами - это ряд процессов и связанных с ними функций контроля, объединенных в единую целенаправленную структуру [1]. Программное обеспечение для управления проектами является комплексом, включающим в себя приложения для планирования задач, составления расписания, распределения ресурсов, совместной работы, общения, быстрого управления, документирования и администрирования системы, которое используются совместно для управления крупными проектами [2].

При проектировании эффективной образовательной среды и организации проектной деятельности в Национальном исследовательском Томском политехническом университете (ТПУ) возникла необходимость в оценке компетенций студентов, их достижений, а также в проведении сравнительного анализа профессионально-личностных портретов обучающихся [3].

Целью статьи является осуществление анализа системы управления проектами Advanta и оценка эффективности применения данной системы для ведения проектной деятельности в процессе обучения элитных технических специалистов Томского политехнического университета.

Для достижения поставленной цели необходимо: