

**ЗАДАЮЩИЙ ГЕНЕРАТОР СИСТЕМЫ ПИТАНИЯ ДВУХКОМПОНЕНТНОГО ДАТЧИКА
УГЛОВЫХ СКОРОСТЕЙ НА ОСНОВЕ ДИНАМИЧЕСКИ НАСТРАИВОМОГО ГИРОСКОПА**

Дружинин К. П.

Научный руководитель: Белянин Л. Н., доцент, к.т.н.
Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: kosaknekon@mail.ru

**GENERATOR OF THE POWER SUPPLY SYSTEM FOR A TWO-COMPONENT SENSOR
OF ANGULAR SPEEDS BASED ON A DYNAMICALLY TUNED GYROSCOPE**

Druzhinin K. P.

Scientific Supervisor: Associate Prof., PhD Belyanin L. N.
Tomsk Polytechnic University
Russia, Tomsk, Lenin ave., 30, 634050
E-mail: kosaknekon@mail.ru

В статье рассматривается структурная схема и принцип работы задающего генератора системы питания двухкомпонентного датчика угловых скоростей на основе динамически настраиваемого гироскопа. Датчик является составной частью наземного прибора ориентации системы ориентации и навигации горнопроходческого комбайна. Предлагается вариант ее модернизации.

In this the article deals with the block diagram and the operating principle of the generator of the power supply system of a two-component angular velocity sensor, based on a dynamically tuned gyroscope. The sensor is an integral part of the ground instrument for orienting the orientation and navigation system of the mining combine. A variant of its modernization is proposed.

Введение

В настоящее время вопрос ориентации и навигации подвижных объектов уже довольно подробно изучен. Существует множество решений для определения координат объекта в пространстве, но не все эти решения подходят для определения координат объектов, находящихся в подземном пространстве. Подземная система ориентации и навигации необходима для повышения производительности и качества выполнения работ при строительстве штреков и тоннелей. Используемые в настоящее время для этих целей системы крайне сложны, неудобны в эксплуатации и требуют почти постоянного присутствия специалиста – маркшейдера. На кафедре точного приборостроения Национального исследовательского Томского политехнического университета разрабатывается система ориентации и навигации горнопроходческого комбайна [1]. Система состоит из трех приборов: наземного прибора ориентации, который крепится на кровлю штрека; подвижного прибора ориентации, крепящегося на корпус горнопроходческого комбайна и вычислителя, который представляет из себя переносной персональный компьютер, выполненный во взрывобезопасном корпусе. Вычислитель находится в руках у оператора, связан с подвижным и наземным приборами ориентации по Wi-Fi, вычисляет все необходимые параметры и отображает их. Определяющим в системе является наземный прибор ориентации, его предполагается выполнить на принципе системы аналитического гироскопирования [2], построенной на основе двухкомпонентного датчика угловых скоростей (ДУС) и двух акселерометров. Основу ДУС составляет динамически настраиваемый гироскоп (ДНГ). Используемый ДНГ требует для своего функционирования определенного набора электрических напряжений [3], обеспечить которыми должна система питания.

Генератор должен вырабатывать: два напряжения прямоугольной формы частотой 480 Гц, сдвинутых друг относительно друга по фазе на 90 градусов, для питания гидродвигателя; два гальванически развязанных друг от друга синусоидальных напряжения 2,5 В частотой 19,2 кГц для питания обмоток возбуждения датчиков угла гироскопа и акселерометров; опорное напряжение прямоугольной формы частотой 19,2 кГц и амплитудой 10 В для обеспечения работы демодуляторов. Все вышеперечисленные напряжения

должны быть стабилизированы и по частоте, и по амплитуде. Кроме того, амплитуда напряжений для питания гидродвигателя должна в момент запуска и в течение 80 секунд составлять 19 В, после чего уменьшаться до 11 В.

Структура задающего генератора

На кафедре точного приборостроения Томского политехнического университета был разработан инклинометр [4], в котором была применена данная схема [5]. Она представляет из себя задающий генератор, работающий на кварцевом резонаторе с тактовой частотой 1,92 МГц. Далее прямоугольные импульсы от задающего генератора подаются на делитель частоты, построенный на двоичных счётчиках. С делителя частоты прямоугольные импульсы частотой 19,2 кГц поступают на формирователь синуса, а импульсы с частотой 480 Гц и сдвинутые по фазе относительно друг друга на 90 градусов поступают на усилители мощности, которые в свою очередь питают гидродвигатель ДНГ. С формирователя синуса синусоидальное напряжение поступает на трансформатор, со вторичных обмоток которого снимаются синусоидальные напряжения амплитудой 2,5 В и частотой 19,2 кГц для питания датчиков угла. Кроме того, с отдельной обмотки трансформатора снимается напряжение, которое в дальнейшем используется в схеме стабилизации амплитуды этих синусоидальных напряжений. Напряжение, снимаемое еще с одной обмотки указанного трансформатора, используется для формирования напряжения прямоугольной формы, обеспечивающее работу демодуляторов ДУС.

Формирователь синуса

Для формирования синусоидального напряжения из напряжения прямоугольной формы применены последовательно включенные интегратор и двухсторонний нелинейный ограничитель. Фрагмент принципиальной электрической схемы формирователя представлен на Рисунке 1.

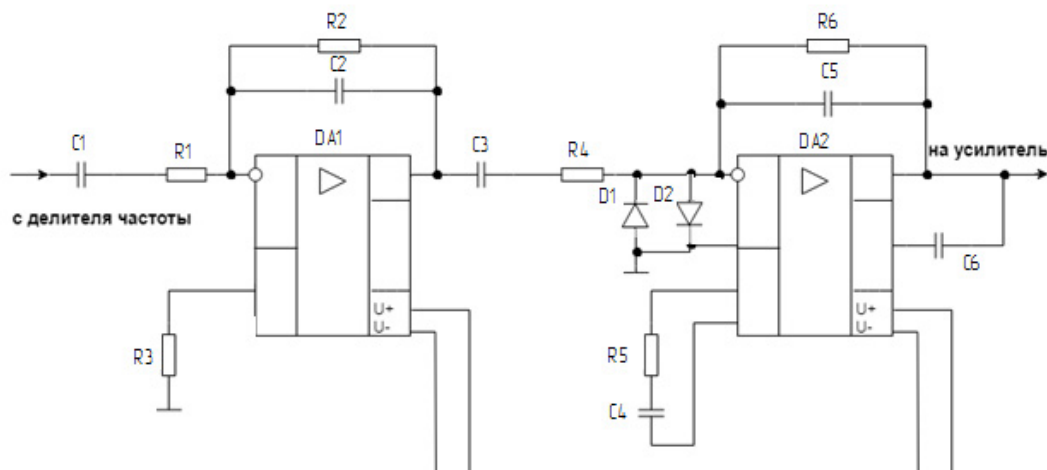


Рис. 1. Фрагмент принципиальной схемы формирователя синуса

На вход формирователя синуса через переходную емкость $C1$ поступают прямоугольные импульсы частотой 19,2 кГц. Данное напряжение преобразуется в напряжение треугольной формы посредством интегратора, собранного на операционном усилителе DA1. Включение в цепь обратной связи усилителя DA1 резистора R2 параллельно конденсатору C2 уменьшает величину постоянной составляющей выходного напряжения, вызванного дрейфом нуля операционного усилителя. Тем не менее, правильный подбор посто-

янной времени этого звена обеспечивает качественное интегрирование входного сигнала прямоугольной формы, частотой 19,2 кГц. Далее напряжение треугольной формы поступает на двухсторонний нелинейный ограничитель, включающий в себя два диода D1, D2 и резистор R4. Из-за нелинейности вольтамперной характеристики диодов и принципа их включения треугольное напряжение преобразуется в квазисинусоидальное и далее поступает на усилитель DA2. Далее напряжение поступает на первичную обмотку входного трансформатора. Цепочка R5, C4, а так же конденсатор C6 служат для частотной коррекции усилителя DA2.

Модернизированная структурная схема

С целью улучшения массо-габаритных и стоимостных показателей была предложена новая схема задающего генератора, представленная на Рисунке 2.



Рис. 2. Модернизированная структурная схема задающего генератора

В данной схеме предлагается использовать микроконтроллер, тактовая частота которого стабилизирована с помощью кварцевого резонатора [6]. С выходов микроконтроллера будут сниматься напряжения прямоугольной формы с частотой 19,2 кГц, два прямоугольных напряжения со сдвигом фаз на 90 градусов и частотой 480 Гц. При этом формирователь синуса предлагается оставить прежним. Стабилизация напряжения 2,5 В 19,2 кГц осуществляется с помощью цепи отрицательной обратной связи, включающей выпрямитель, источник опорного напряжения, усилитель и схему автоматической регулировки усиления. Последняя входит в состав формирователя синуса. На сегодняшний день проведена модернизация схемы с использованием микроконтроллера STM32F103C8T6 фирмы STMicroelectronics, с рабочей частотой 72 МГц и объемом Flash памяти 64 Кбайт [7]. В результате был получен весь набор необходимых напряжений.

Заключение: Представленная модернизированная схема имеет ряд преимуществ: меньшие массо-габаритные характеристики, меньшее энергопотребление. Недостатком данной схемы является, ограниченный (не выше 100 градусов по Цельсию) диапазон температур окружающей среды, который, тем не менее, не является препятствием для использования генератора в условиях шахты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пожарский Т. С. Особенности конструкции автоматического прибора системы ориентации и навигации горнопроходческого комбайна / Т. С. Пожарский; науч. рук. Л. Н. Белянин // Инженерия для освоения космоса: сборник научных трудов IV Всероссийского молодежного форума с международным участием, г. Томск, 12— 14 апреля 2016 г. — Томск: Изд-во ТПУ, 2016. — С. 153-158.

2. Баженов А.В. Радионавигационные системы/ Учебное пособие/ А.В. Баженов, Г.И. Захаренко, А.Н. Бережнов, К.Ю. Савченко/ Под ред. А.В. Баженова – Ставрополь: СВВАИУ (ВИ) , 2007. – 202с.
3. Инерциальные навигационные системы: учеб. пособие. – Ч. 1: Одноканальные инерциальные навигационные системы /Л.М. Селиванова, Е.В. Шевцова. — М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. — 46 с.
4. Пожарский Т. С. Анализ требований к конструкции наземного гироскопического прибора системы ориентации и навигации горнопроходческого комбайна: [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fultext/c/2015/C22/034.pdf>.(12.03.2018).
5. Lingemann et al., 2005 K. Lingemann, A. Nüchter, J. Hertzberg, H. Surmann High-speed laser localization for mobile robots Robotics and Autonomous Systems, 51 (2005), pp. 275— 296.
6. Предко М. Руководство по микроконтроллерам. Том 2. / Пер. с англ. под ред.И. И. Шагурина и С.Б. Лужанского - М.: Постмаркет, 2001. — 488 с.
7. Белов А.Б. Конструирование устройств на микроконтроллерах / Наука и Техника, 2005. — 255 с.