

Всероссийское СМИ

«Академия педагогических идей «НОВАЦИЯ»

Свидетельство о регистрации Эл №ФС 77-62011 от 05.06.2015 г.

(выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций)

Сайт: akademnova.ru

e-mail: akademnova@mail.ru

Воронина В.Ю., Хрусталева Н.В. Лабораторная работа по курсу «Микроэлектроника» «Построение логических схем» // V-я Всероссийская научно-практическая конференция «Особенности применения образовательных технологий в процессе обучения и воспитания», 01 – 10 декабря 2017 г. – 0,2 п. л. – URL: http://akademnova.ru/publications_on_the_results_of_the_conferences

СЕКЦИЯ: ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

Воронина В.Ю., Хрусталева Н.В.

Студенты педагогического института, сотрудники СКБ «Хронос»

ФГБУ ПО Владимирский государственный университет имени

Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых

Научный руководитель: Шарыгин Л.Н.,

профессор кафедры технологического и экономического образования

г. Владимир, Владимирская область

Российская Федерация

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА ПО КУРСУ

«МИКРОЭЛЕКТРОНИКА». «ПОСТРОЕНИЕ ЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ»

В процессе изучения курса «Микроэлектроника» студенты знакомятся с элементной базой последовательностных устройств и принципами построения логических схем. Типовые задания предусматривают разработку схемных решений по заданной логической функции [2]. Но в практической деятельности необходимо сначала определить алгоритм решения задачи.

Предлагаем лабораторную работу, в которой решается задача исследования конкретного объекта – муфты обгона. Для этого предлагается специализированная установка. В процессе подготовки к проведению

Всероссийское СМИ

«Академия педагогических идей «НОВАЦИЯ»

Свидетельство о регистрации Эл №ФС 77-62011 от 05.06.2015 г.

(выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций)

Сайт: akademnova.ru

e-mail: akademnova@mail.ru

лабораторной работы и при выполнении эксперимента студент пользуется не только лекционным материалом и литературой [1-3], но и развернутыми методическими указаниями по выполнению лабораторной работы. Здесь остановимся на устройстве и принципе работы установки. Заметим, что эпюры напряжений в различных точках логической схемы выявляются с помощью двухлучевого четырехканального электронно-лучевого осциллографа модели С1-17.

На рис.1 муфта представлена полумуфтами 1,2 и шариками 3 (пружины при шариках не показаны). Полумуфта 1 закреплена на ведущем валу 4, который приводится во вращение реверсивным электродвигателем 5, а полумуфта 2 –на ведомом валу 6,имеющем тормоз 7 в виде электрической машины постоянного тока в режиме генератора. Электрической нагрузкой генератора 7 служит реостат 8. Для регулирования моментов инерции ведущей и ведомой цепей установки предусмотрены инерционные грузы 9, 10, которые устанавливаются на консольных хвостовиках валов электрических машин 5, 7. Выявление параметров движения осуществляется с помощью зубчатых дисков 11, 12, закрепленных, соответственно, на ведущем 4 и ведомым 6 валах.

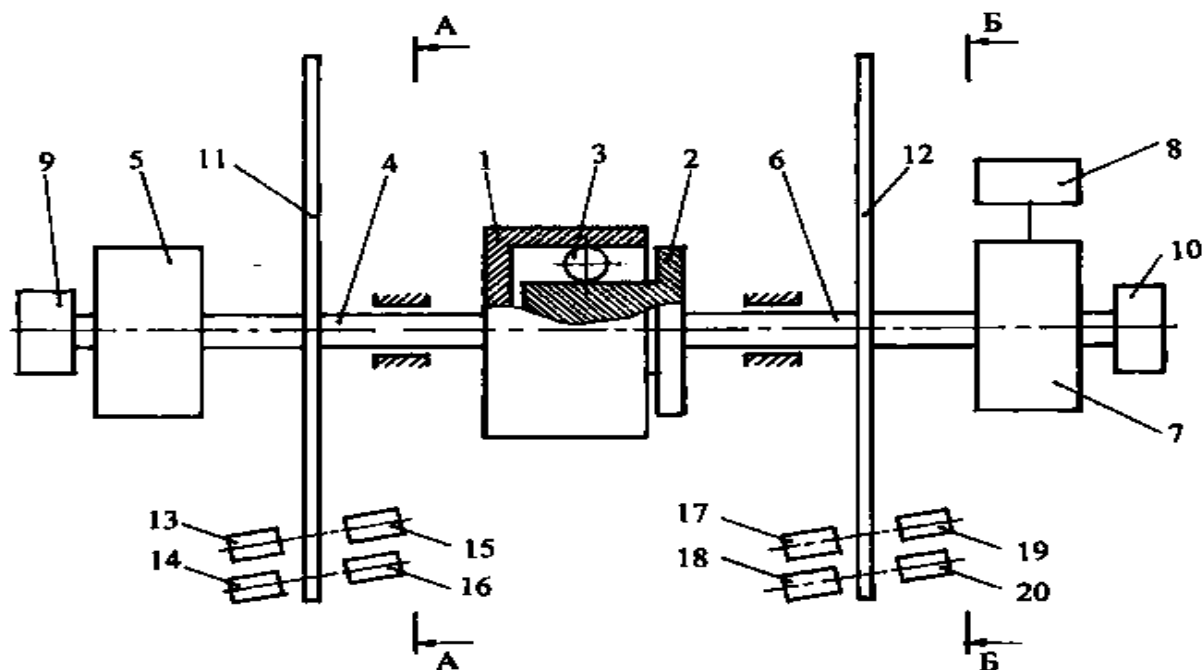


Рис. 1. Конструктивная схема установки

На ведомом валу 6, имеющем тормоз 7 в виде электрической машины постоянного тока в режиме генератора. Электрической нагрузкой генератора 7 служит реостат 8. Для регулирования моментов инерции ведущей и ведомой цепей установки предусмотрены инерционные грузы 9, 10, которые устанавливаются на консольных хвостовиках валов электрических машин 5, 7. Выявление параметров движения осуществляется с помощью зубчатых дисков 11, 12, закрепленных, соответственно, на ведущем 4 и ведомым 6 валах.

При каждом диске имеются по два оптических преобразователя, представленные неподвижными осветителями 13, 14 и фотоприемниками 15, 16 для диска 11 и осветителями 17, 18 с фотоприемниками 19, 20 для диска 12.

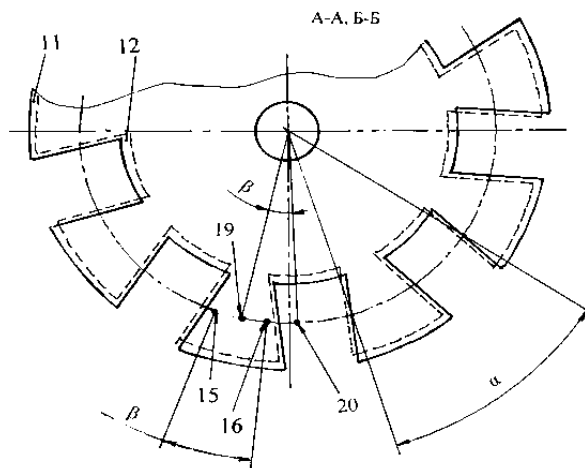


Рис. 2. Совмещенный разрез А-А и Б-Б по рис. 1

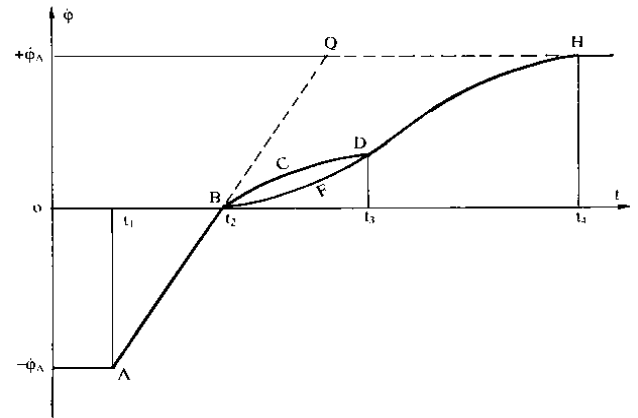


Рис. 3. Стилизованные функции частоты вращения

Оптические преобразователи ориентированы так, что их оптические лучи пересекают зубчатую зону дисков. Фазовое положение оптических преобразователей показано на рис.2, где ретушированными точками отражено сечение лучей, а их позиционный номер соответствует позиционному номеру соответствующего фотоприемника. Угловой сдвиг β каждой пары преобразователей меньше углового шага α зубчатой зоны дисков.

Предварительно поясним характер функций скорости ведущего вала $\dot{\varphi}_4$ и ведомого вала $\dot{\varphi}_6$ (φ угол поворота) – см.рис. 3.

При отсутствии замыкающих элементов муфты (шариков 3) под действием момента двигателя 5 будет вращаться только ведущий вал 4. Пусть регулятором двигателя установлена частота вращения - φ_A . Если в момент времени t_1 переключить двигатель на реверс, то частота вращения будет уменьшаться до нуля (точка В), затем возрастать обратным законом до

второй стационарной точки Q. Характер функции частоты $\dot{\varphi}_4$ на участке AQ определяется из уравнения движения

$$J_4 \ddot{\varphi}_4 + M_5(\varphi) = 0$$

(1)

где J_4 – суммарный момент инерции всех элементов ведущего вала 4;

$M_5(\varphi)$ – механическая характеристика двигателя.

Теперь рассмотрим движение с комплектной муфтой. Очевидно характер функции $\dot{\varphi}_4$ на участке АВ останется прежним. В точке В характеристики начинается клиновое замыкание шариков муфты, которое сопровождается упругой деформацией и трением. Начиная с точки В ведущая полумуфта 1 за счет указанного взаимодействия начнет поворачивать ведомую полумуфту 2 и вал 6. В точке D диаграммы переходные процессы заклинивания завершатся и далее на участке ДН будет совместное вращение.

Уравнение движения ведущего вала на участке BCD без учёта момента торможения тормоза 7

$$J_4 \ddot{\varphi}_4 + f(\varphi) \cdot J_6 \ddot{\varphi}_4 + M_5(\varphi) = 0,$$

(2)

где J_6 – суммарный момент инерции всех элементов ведомого вала 6;

$f(\varphi)$ – передаточная функция на этапе заклинивания.

Для ведомого вала получим

$$J_6 \ddot{\varphi}_6 + J_4 \ddot{\varphi}_6 / f(\varphi) + M_5(\varphi) / f(\varphi) = 0.$$

(3)

Начиная с точки D (см. рис. 3) оба вала вращаются совместно увеличивая частоту вращения до стационарного значения – точка Н на рис. 3.

Уравнение движения на участке ДН

$$(J_4 + J_6) \ddot{\varphi}_4 + M_5 (\dot{\varphi}) = 0.$$

(4)

При интегрировании уравнений (1) – (4) следует принимать результат решения на предыдущем участке за начальные условия следующего участка.

Электронный блок установки предназначен для управления и измерения необходимых параметров. Он содержит:

- регулятор напряжения питания электродвигателя 5;
- тахометрический канал с цифровым индикатором;
- канал измерения времени зацепления с цифровым индикатором;
- блок питания, обеспечивающий стабилизированным напряжением + E микросхем;
- тумблер с группой контактов (T_M).

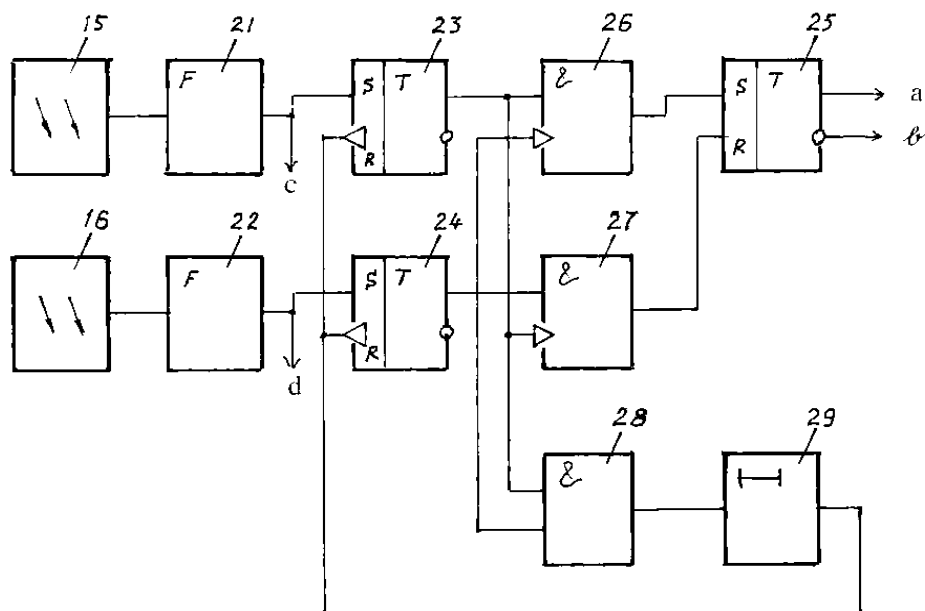


Рис. 4. Схема выделения момента перехода частоты вращения через нуль

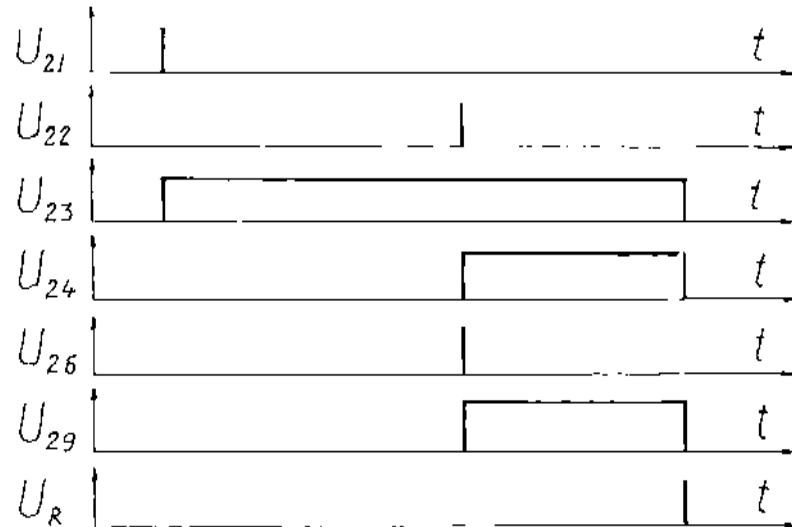


Рис. 5. Эпюры напряжений на выходах элементов схемы рис. 4

Схемотехнически электронный блок построен на типовых цифровых элементах. На рис. 4 приведена схема выделения момента перехода функции $f(\phi_4)$ через нуль. Схема построена на двух формирователях 21,22 (триггеры Шмидта), трёх RS – триггерах 23 – 25 , трёх конъюнкторах 26 – 28 и линии задержки одновибратор 29. Эпюры напряжений, характеризующие работу схемы показаны на рис. 5.

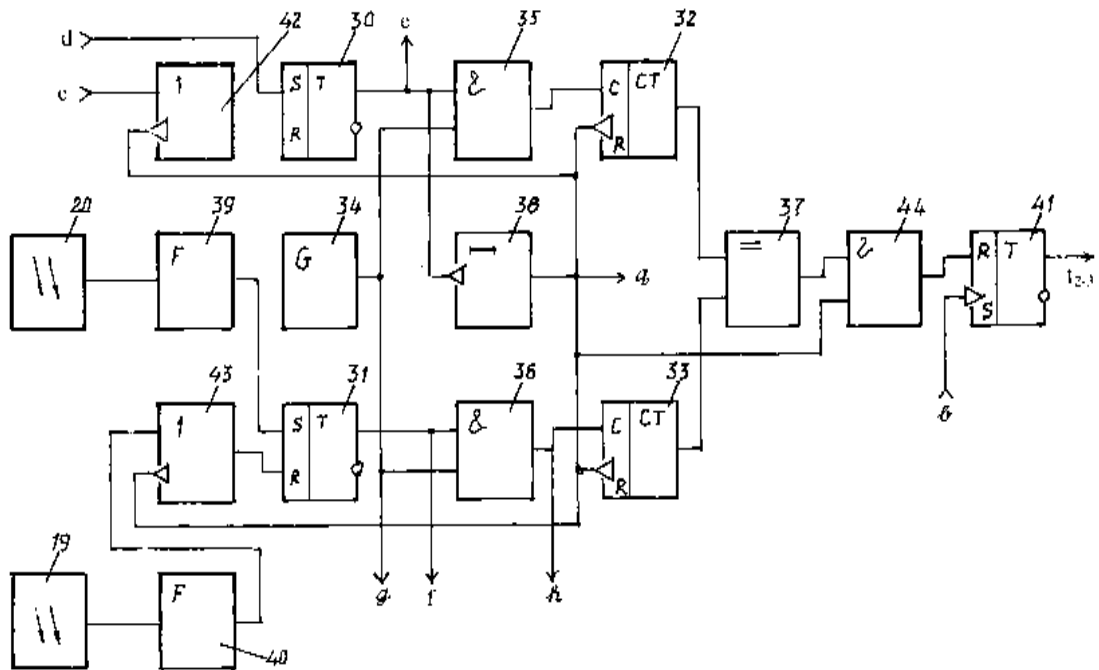


Рис. 6. Схема Формирования интервала зацепления

Исходное состояние триггеров 23 – 25 реализуются обычным образом – фронтом включения питания. При вращении ведущего вала 4 на участке АQ характеристики зубцы диска 11 будут пересекать лучи фотоприёмников 15,16 сначала в последовательности 15, 16 (участок АВ), затем в последовательности 16, 15 (участок ВQ). Короткий прямоугольный импульс формирователя 21 переворачивает триггер 23 в единичное состояние, а импульс формирователя 22 переворачивает в единичное состояние триггер 24. Если срабатывание триггера 24 произошло после, то его импульс фронта через конъюнктор 26 обеспечит установку триггера 25 в единичное состояние. При обратном направлении вращения импульсы формирователей 21, 22 следуют в обратной последовательности, при этом фронт импульса триггера 23, проходит через конъюнктор 27 и обеспечивает сброс триггера 25. Таким образом, высокий потенциал на единичном выходе (а)

соответствует знаку минус частоты вращения, а момент переключения триггера соответствует моменту t_2 – точка В рис. 3. Сброс триггеров 23, 24 осуществляется задним фронтом (срезом) импульса задержки одновибратора 29.

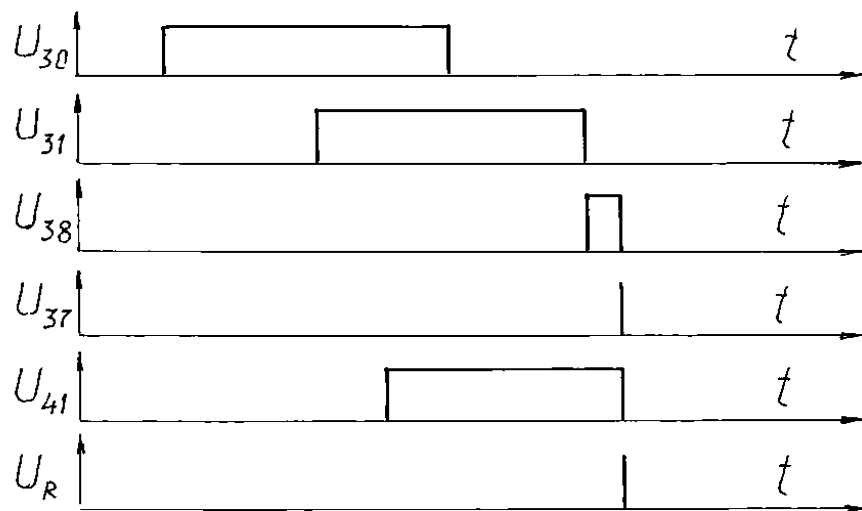


Рис. 7. Эпюры напряжений на выходах элементов схемы рис. 6

Схема выделения временного интервала срабатывания приведена на рис. 6, эпюры напряжений – на рис.7.

Интервалы прохождения дисками 11, 12 углов β фиксируются триггером 30,31. Эти интервалы записываются в счётчики. Коды счётчиков формируются импульсами генератора 34 при прохождении через конъюнкторы 35, 36. Сравнение кодов счётчиков осуществляется схемой сравнения 37 по запросу с линии задержки 38. Для приведения в прямоугольную форму импульсов фотоприёмников 19,20 применены формирователи 39,40. Интервал времени вращения t_{2-3} формируется триггером – импульс со схемы сравнения 37 переводит триггер 41 в единичное состояние, а фронт импульса с выхода (В) триггера 25 (см. рис. 4)

– в нулевое состояние. Для текущего сброса используется задний фронт импульса задержки 38 и дизъюнкторы 42 – 44. Заметим, что для исключения ложного срабатывания в схеме 37 не должны сравниваться минимум один младший разряд (в зависимости от разрядности счётчиков 32, 33).

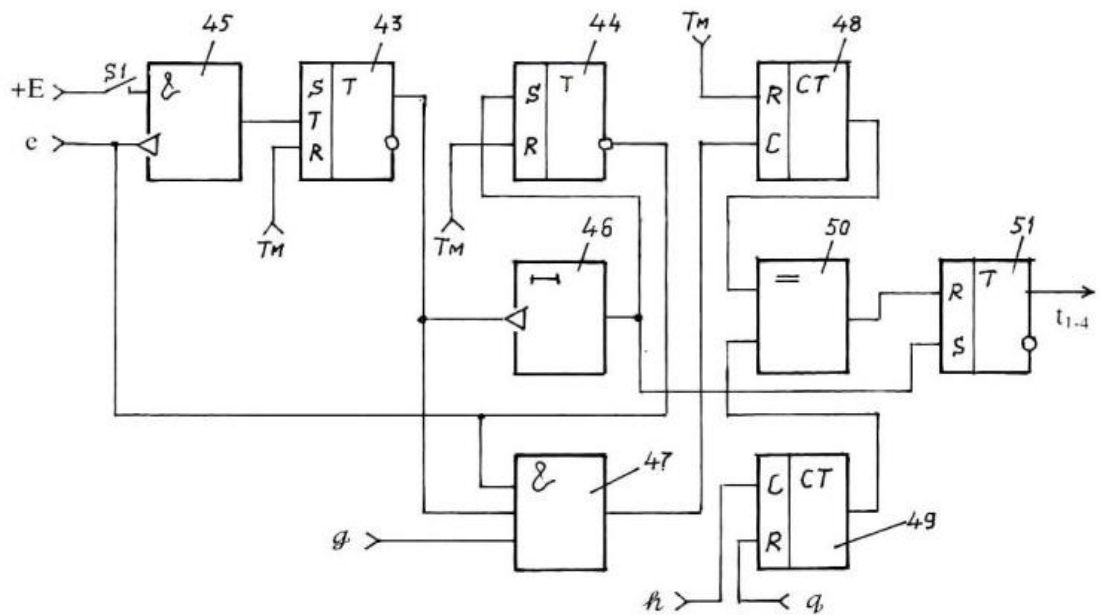


Рис. 8. Схема каналов времени переключения

Для индикации суммарного времени переключения – интервал $t_1 - t_4$ – применена схема рис.8. Начало измерения частоты вращения Φ_A обуславливается произвольным по времени перебросом тумблера установки на реверс электродвигателя 5. Поэтому в схеме применён счётный триггер (Т – триггер) 43 управления, работающий совместно с триггером 44 фиксации. В исходном положении триггеры в нулевом положении. Когда тумблер установки переброшен в положение «реверс» его контактная пара S_1 замкнута. Тогда конъюнктор 45 пропускает короткие импульсы среза с выхода триггера 30 (см. рис. 6). Первый поступающий на вход Т триггера 43 приводит его в единичное состояние, а второй – в нулевое, при этом

Всероссийское СМИ

«Академия педагогических идей «НОВАЦИЯ»

Свидетельство о регистрации ЭЛ №ФС 77-62011 от 05.06.2015 г.

(выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций)

Сайт: akademnova.ru

e-mail: akademnova@mail.ru

переходит в единичное состояние триггер 44 (Для исключения ложного срабатывания в случае применения микросхем с малым быстродействием применена линия задержки 46). Инверсным выходом триггер 44 заблокирует конъюнктом 45 дальнейшее прохождение импульсов управления, одновременно он блокирует с помощью конъюнктора 47 прохождение импульсов генератора на вход счетчика 48 начальной частоты вращения вала 4. Таким образом, код частоты ϕ_A будет оставаться в счётчике 48 до очередного переброса тумблера (T_M).

Поскольку в процессе эксперимента уровень напряжения на двигатель постоянен, то частота вращения валов в точке Н диаграммы по модулю одинаковы с частотой вращения в точке А. Для записи кода ϕ'_H применён счётчик 49, который управляется сигналом схемы рис. 6. При равенстве кодов счётчиков 48 и 49 схема сравнения 50 переводит триггер 51 в нулевое состояние. Таким образом, длительность импульса на входе триггера 51 равна суммарному времени переключения t_{1-4} .

Преобразование выявленных временных интервалов t_{2-3} и t_{1-4} в цифровую форму для индикации является типовой задачей и здесь не приводится. Также типовым является тахометрический канал при числе зубцов диска кратным 60. Заметим, что дискретность измерения временных интервалов в фазовом выражении для зубцовых дисков составит 0,004 рад.

Работает установка следующим образом. В соответствии с программой испытаний оператор с помощью резистора 8 устанавливает момент торможения ведомого вала (иногда его принимают равным нулю), грузами 9,10 – значения моментов инерции ведущего и ведомого валов, регулятором напряжения – исходную частоту вращения ведущего вала. После выхода ведущего вала на стационарную частоту вращения (ϕ_A) оператор

перебрасывает тумблер (Тм) в положение «реверс». Далее процесс измерения происходит в автоматическом режиме. После завершения переходного процесса результат эксперимента будет отражён на цифровых индикаторах.

Таким образом, предлагаемая установка для исследования муфт обгона позволяет выявить основные эксплуатационные параметры в автоматическом режиме. Электронный блок установки построен на типовых элементах электроники, что обеспечивает его технологичность.

Список используемой литературы:

1. Гулина, Н.В. Детали машин: учеб. пособие / Н.В. Гулина, В.Г. Ключев, С.А. Юрков. – 3-е изд. Стер. – СПб.: изд-во «Лань», 2013. – 416 с.
2. Муханин, П.Г. Схемотехника измерительных устройств: учеб. пособие / П.Г. Муханин. – СПб.: изд-во «Лань», 2016. – 272 с.
3. Шарыгин, Л.Н. Проектирование конкурентноспособных технических изделий: учебник / Л.Н. Шарыгин. – Владимир: изд-во ВИТ-принт, 2013. – 290 с.

Опубликовано: 07.12.2017 г.

© Академия педагогических идей «Новация», 2017

© Воронина В.Ю., Хрусталева Н.В., 2017