**1 . Общая информация о приборе**

Генератор импульсов предназначен для формирования импульсов 1, 2а, 3а, 3в в соответствии с требованием стандарта ISO 7637-2. Генератор содержит следующие функциональные узлы с программным управлением:

- панель управления, имеющая следующие органы управления:

- 16 кнопок без фиксации, кнопки подсоединены к портам контроллера

STM32F429VIT6 линиями 4 строки, 4 столбца согласно электрической схемы

УШЯИ.467851.019;

- механический энкодер с кнопкой, подключен к контроллеру тремя

отдельными проводами.

- ЖК индикатор, который используется для отображения формы выбранного

сигнала, его параметров, виртуальных кнопок управления, сообщений о ходе

выполнения теста. Управление ЖК индикатором, его подключение аналогично

передней панели частотомера Ч3-96/2;

- интерфейсы USB и Ethernet для управления прибором командами SCPI;

- интерфейс USB Flash загрузки в прибор пользовательских тестов;

- пьезоизлучатель, который используется для фиксации нажатия кнопок,

частота 1- 2 КГц;

- устройство управления, в котором используется контроллер STM32F407ZGTx.

Его включение согласно электрической схемы УШЯИ.467444.129. Устройство

управления используется:

- для связи с контроллером панели управления по последовательному

интерфейсу SPI;

- для записи данных в регистры ПЛИС, которые определяют временные

характеристики формируемых импульсов;

- для управления программно-управляемыми узлами прибора;

- три платы формирователей импульсов, каждая из которых содержит программно-

управляемые реле для подачи высокого напряжения на электронные ключи,

управляемые импульсами формируемыми ПЛИС;

- плату источника напряжения, которая содержит два программно-управляемых

источника напряжения, уровни которых определяют амплитудные

характеристики формируемых импульсов. Первый источник задает напряжение

на конденсаторе накопительного элемента, второй источник используется в

качестве источника питания истокового повторителя, используемого для

умощнения формируемого сигнала;

- плату устройства коммутации, которая содержит 8 программно-управляемых реле

для подключения/отключения выходных сигналов формирователей к

аккумулятору и тестируемому оборудованию.

**2. Общие требования к программному обеспечению.**

**2.1**  Разрабатываемое программное обеспечение должно обеспечить возможность

проверки правильность выбора технических решений для формирования

тестовых импульсов, оценки их характеристик. На данном этапе разработке

не требуется разработка версии программного обеспечения с поддержкой

приборных интерфейсов, а также реализации полного алгоритма испытаний

электрически систем транспортных средств. В то же время, интерфейс оператора

должен содержать дополнительные элементы управления, отсутствующие в

конечной версии, позволяющие определить требования к входным сигналам

формирователей.

В соответствии со стандартом ISO 7637-2 требования к характеристикам

испытательных импульсов определяются выбором следующих параметров:

- выбором системы питания 12В или 24В;

- выбором тестового сигнала – **1, 2а, 3а, 3в**

В соответствии с ними программа должна устанавливать амплитудные и временные

параметры формируемых импульсов.

**Импульс 1:**

**Постоянные параметры:**

**-** tdel - время между отключением батареи и подачей

сигнала формирователя 1,

не должно превышать 100мкс;

- t2  - время отключения батареи - 200 мс.

**Устанавливаемые** **параметры:**

- t1  - период повторения - от 0.5 с до 5с;

- N - минимальное количество импульсов или

длительность испытаний – 5000

импульсов. ( СТБ ISO 7637-2-2008)

**Постоянные параметры** – это внутренние параметры генератора, которые пользователь изменять не может, но они контролируются при проверке прибора. В разрабатываемой версии ПО необходимо обеспечить возможность введения их величины.

tdel - значение в мкс. от 0 до 100 мкс;

- t2  - значение в мкс., от 100 000 до 200 000мкс.

- td  - значение длительности импульса в мкс., от 1 до 100мкс.

Установленные значения этих параметров должны запоминаться и использоваться

при последующем запуске программы.

**Устанавливаемые** **параметры –** задаются пользователем исходя из требований испытаний. Программа должна обеспечивать цифровой ввод

- t1  - периода повторения от 0.5 с. до 5 с., значение вводится в мс.;

- N - минимальное количество импульсов от 5000 до100000;

- Us - амплитуда сигнала:

- для систем +12В от -75В до -150В;

- для систем +24В от -300В до -600В.

Дискретность установки Us – 1В.

**Импульс 2a:**

**Постоянные параметры:**

- td  - значение длительности импульса в мкс., от 0.5 до 10мкс., значение вводится

кратным 100нс от 0.5мкс до 10 мкс.

**Устанавливаемые** **параметры:**

- t1  - периода повторения от 0.2 с. до 5 с., значение вводится в мс.;

- N - минимальное количество импульсов от 5000 до100000;

- Us - амплитуда сигнала от +37В до +112В.

Дискретность установки Us – 1В.

**Импульс 3a,3b:**

**Постоянные параметры:**

- t1  - период повторения в пакете - 100мкс

- t4 - длительность пакета - 10 мс;

- t5 - минимальная пауза между пакетами – 90 мс.

Значение временных интервалов вводятся в мкс., дискретность

установки 1 мкс;

**Устанавливаемые** **параметры:**

- t4  + t5 - цикл пачки - от 90 мс до 100 мс.

Значение временных интервалов вводятся в мкс., дискретность

установки 1 мкс;

- Ts - время испытаний - 1 час. ( СТБ ISO 7637-2-2008 ).

Устанавливается число циклов N, таким образом, чтобы

обеспечить время испытаний 1 час.

- Us – согласно Таблицы.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| N= Ts/( t4  + t5) | Us | |
|  | 3a | 3b |
| +12В | от -112В до -220В | от -150В до -300В |
| +24В | от +75В до +150В | от +150 до +300В |

Дискретность установки Us – 1В.

На индикаторе должна отображаться форма выбранного тестового сигнала с **отображением устанавливаемх параметов.**

Чтобы получить указанные уровни сигналов Us, устанавливаемые значения должны быть больше на величину, которая будет определена экспериментально.

Контроллер передней панели осуществляет интерфейс оператора. На данном этапе разработки он должен только обеспечивать вввод данных, характеризующих постоянные или переменные параметры импульсов, для выбранных тестовых импульсов и передачу их контроллеру платы управления по последовательному интерфейсу в виде команд. В генераторе используется 4-х проводный интерфейс SPI, аналогично генератору Г6-49. Сигналы интерфейса – **SPICLK, SPIMO, SPIMI, SPICS** поступают непосредственно на выводы **SPI** интерфейса контроллера **STM32F407ZGTx** платы устройства управления.

**2.2 Устройство управления.**

Контроллер **STM32F407ZGTx** непосредственно управляет механическими реле, включающими/отключающими подачу высоких напряжений на платы формирователей, и реле коммутации, управляющими подключением к генератору аккумулятора и тестируемого устройства. Он также связан последовательным интерфейсом с ПЛИС, которая используется для формирования временных параметров импульсов. ПЛИС содержит набор регистров, в которые записываются данные о:

- длительности сигналов, подаваемых в формирователи;

- периоде их следования;

- начальной задержке формирования сигнала (только для импульса 1).

Назначение выводов **Контроллера:**

**A0\_RG**- 93 - PG8 – выбор адреса внутреннего регистра ПЛИС;

**A1\_RG**- 92 - PG7 - выбор адреса внутреннего регистра ПЛИС;

**A2\_RG**- 91 - PG6 - выбор адреса внутреннего регистра ПЛИС;

**A3\_RG**- 90 - PG5 - выбор адреса внутреннего регистра ПЛИС;

**CLK\_RG** – 80 – PD11 – такты для записи данных в сдвиговый регистр ПЛИС

**DAT\_RG** - 82 - PD13 - данные для записи данных в сдвиговый регистр ПЛИС;

**WR\_RG** - 81 - PD12 - сигнал записи для записи данных из сдвигового регистра в

адресуемый регистр;

**ON\_OFF** - 78 – PD9 - бит включения/выключения тестирования, лог.”1”. На время

тестирования этот бит должен быть установлен в состояние

лог. 1”. Бит **ON\_OFF** устанавливается в состояние лог.”0”:

- при изменении сигнала;

- при получении сигнала аварийного выключения.

**START** – 77 – PD8 – сигнал, по которому ПЛИС должна начать формирование тестовых

импульсов, формируется контроллером после выполнения всех

подготовительных операций.

**STOP** – 76 – PB15 – сигнал остановки теста, вырабатывается контроллером, по этому

сигналу ПЛИС должна прекратить формирование импульсов;

**A1,2** – 66 – PE13 - Сигналы управления Реле платы Устройства коммутации,

**2a** – 65 – PE12 – устанавливаются согласно Таблицы, только при

**3a,b** - 64 - PE11 - выключении источника высокого напряжения.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Сигнал | **А1,2** | **2a** | **3 a,b** |
| **OFF** | 0 | 0 | 0 |
| **1** | 1 | 0 | 0 |
| **2a** | 0 | 1 | 0 |
| **3a,b** | 0 | 0 | 1 |

Сигналы, приведенные в Таблице используются для управления устройством коммутации совместно с сигналами **К1, К5, К6, К7, К3** согласно Таблицы

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Сигнал | **A1,2** | **2а** | 3а,в | **K1** | **K3** | **K5** | **K6** | **K7** |
| **OFF** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **1** | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| **2a** | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| **3a,b** | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |

Сигнал **OFF** соответствует полному отключению генератора от аккумулятора и тестируемого устройства.

**K1\_COM** – 29 – PC3 -

**K5\_COM** – 28 – PC2 - Сигналы управления Реле платы Устройства коммутации

**K6\_COM** – 27 – PC1 -

**K7\_COM** – 26 – PC0 -

**K3\_COM** – 22 – PF10 -

**K1\_FOR** – pin. 11 - лог.”1” - сигнал включения реле опорного напряжения платы

формирователя, подается на ПЛИС, которая формирует

сигнал включения/выключения опорного напряжения платы

формирователя;

**K2\_FOR** – pin. 10 - лог.”1” - сигнал включения реле питания истокового повторителя,

подается на ПЛИС, которая формирует сигнал

включения/выключения питания истокового повторителя;

При установке битов контроллера **K1\_FOR, K2\_FOR**  следует соблюдать следующую последовательность:

- **при включении высоковольтных источников:**

– первым устанавливается в лог. “1” **K2\_FOR –** подается питание на истоковый

повторитель формирователя;

- выполняется задержка не менее 1 с.;

- устанавливается в лог. “1” **K1\_FOR –** подается питание на ключевой элемент

повторителя;

- выполняется задержка не менее 1 с.

После выполнения этих операций разрешается подача сигнала **START**

- **при выключении высоковольтных источников:**

– первым устанавливается в лог. “0” **K1\_FOR –** снимается питание с ключевого

элемента;

- выполняется задержка не менее 1 с;

- устанавливается в лог. “0” **K2\_FOR –** снимаетсяпитание истокового

повторителя.

**K\_RI – pin. 19** - лог.”1” - сигнал включения реле нагрузки для сигнала 1. Согласно

стандарта для систем с питанием 12В используется

нагрузка 10 Ом, а для систем с питанием 24В -50 Ом

**K\_RI** – лог. “1” - 12В – 10 Ом;

**K\_RI** – лог. “0” - 24В - 50 Ом ;

**SCLK\_R** - 104 – PA12 - такты последовательного интерфейса для записи данных по

последовательному интерфейсу в DAC платы источника

напряжения;

**DAT\_DAC\_R** -103 – PA11 - данные последовательного интерфейса для записи данных

по последовательному интерфейсу в DAC платы источника

напряжения;

**CS1\_R** – 102 – PA10 - сигнал выбора DAC напряжения питания ИП платы источника

напряжения, активный лог. “0”;

**CS2\_R** – 101 – PA9 - сигнал выбора DAC напряжения высоковольтного модуля платы

источника напряжения, активный лог. “1”;

**END\_R** – 115 – PD1 - сигнал завершения теста, вырабатывается ПЛИС по завершению

теста.

**SPI\_SCK** - 41 - такты последовательного интерфейса для связи с передней панелью;

**SPI\_MO** - 43 - выходные данные последовательного интерфейса для связи с передней

панелью;

**SPI\_MI** - 42 - входные данные последовательного интерфейса для связи с передней

панелью;

**SPI\_CS** - 36 - сигнал выбора последовательного интерфейса передней панели.

**NPULSE0** – 56 – PG0 - эти биты определяют тип формируемого сигнала для ПЛИС

**NPULSE1** – 55 – PE15 - согласно Таблицы

**NPULSE2** – 54 – PE14-

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Сигнал** | **NPULSE0** | **NPULSE1** | **NPULSE2** |
| **OFF** | 0 | 0 | 0 |
| **1** | 1 | 0 | 0 |
| **2a** | 0 | 1 | 0 |
| **3a,b** | 1 | 1 | 0 |
| **OFF** | x | x | 1 |

Доступ к регистрам **ПЛИС** осуществляется через последовательный

синхронный интерфейс, реализованный программными средствами

процессора. Используются сигналы выбора адреса регистра **A0\_RG – A3\_RG** – используются порты ввода/вывода процессора, сигнал последовательных данных **DT\_RG**, сигнал синхронизации – **CLK\_RG**. Прием данных в **ПЛИС** буферизирован – данные сначала записываются в сдвиговый регистр, а за тем по сигналу **WR\_RG** переписываются в рабочие регистры **ПЛИС**. Последовательность записи:

- сначала устанавливается адрес регистра;

- по битно записываются данные **DT\_RG** положительным фронтом

сигнала – **CLK\_RG** – в исходном состоянии должен быть установлен в

состояние лог. **“0 “;**

- после передачи последовательных данных в сдвиговый регистр

сигналом **WR\_RG** данные записываются в регистры **ПЛИС**. **WR\_RG** в

исходном состоянии должен быть установлен в лог. **“0 “**

Длительность тактовых импульсов 10 мкс, период следования 20 мкс, данные предшествуют положительному импульсу такта на 5 мкс.

**Регистр с адресом 0001h – регистр кода длительности импульсов сигнала 1** Имеет 32 бит. Запись в сдвиговый регистр начинается со старшего бита D31

Ти1= N\*1 мкс, N – код регистра.

**Регистр с адресом 0010h – регистр кода задержки импульса 1 относительно**

**начала импульса отключения аккумулятора.** Имеет 32 бит. Запись в сдвиговый

регистр начинается со старшего бита D31

Тза= N\*1 мкс, N – код регистра.

**Регистр с адресом 0011h – регистр кода импульса отключения аккумулятора.** Имеет 32 бит. Запись в сдвиговый регистр начинается со старшего бита D31

Тота= N\*1 мкс, N – код регистра

**Регистр с адресом 0100h – регистр кода периода импульса 1.** Имеет 32 бит. Запись в сдвиговый регистр начинается со старшего бита D31

Тп1= N\*1 мкс, N – код регистра

Импульс 1 и импульс отключения аккумулятора имеют одинаковый период Тп1.

При установке параметров программа не должна допускать ввод данных, когда

длительность импульсов или длительность задержки больше или равна длительности периода.

**Регистр с адресом 0101h – регистр кода длительности импульсов сигнала 2а.** Имеет 32 бит. Запись в сдвиговый регистр начинается со старшего бита D31

Ти2= N\*1 мкс, N – код регистра.

**Регистр с адресом 0110h – регистр кода периода импульса 2а .** Имеет 32 бит. Запись в сдвиговый регистр начинается со старшего бита D31

Тп2= N\*1 мкс, N – код регистра

**Регистр с адресом 0111h – регистр кода длительности импульсов сигнала 3а,b.** Имеет 32 бит. Запись в сдвиговый регистр начинается со старшего бита D31

Ти3= N\*100 нс, N – код регистра.

**Регистр с адресом 1000h – регистр кода периода импульса32а,b .** Имеет 32 бит. Запись в сдвиговый регистр начинается со старшего бита D31

Тп3= N\*100 нс, N – код регистра

**Запись данных в регистры разрешается** только, когда бит **ON\_OFF** установлен в

состояние лог. “0”.

Для тестирования оборудования на устойчивость к воздействию сигнала ПЛИС по

сигналу **START** формирует требуемую последовательность импульсов, которые подаются на формирователи. Для исследования характеристик формируемых импульсов

в разрабытываемой версии программного обеспечения не требуется устанавливать количество циклов. Следует предусмотреть останов тестирования:

- по повторному нажатию кнопки **“ПУСК”**

- по нажатию кнопки энкодера

Сигналы **START, STOP**, формируемые контроллером - импульсы лог. “1” , длительностью **10 -20 мкс.**

Программное обеспечение контроллера устройства управления должно реализовать

следующую последовательность операций при выполнении теста после ввода

данных:

- записать в регистр ПЛИС идентификатор выбранного теста – биты **NPULSE0**,

**NPULSE1, NPULSE2**;

- записать данные в регистры ПЛИС в соответствии с установленным тестовым

сигналом – длительность, период;

- установить реле платы коммутации – биты **A1,2, 2a, 3a,b , K1\_COM, K5\_COM,**

**K6\_COM, K7\_COM, K3\_COM ;**

- записать в **DAC** источников высокого напряжения код, соответствующий

нулевому выходному напряжению;

- записать в регистр ПЛИС биты включения высокого напряжения – лог “1” – биты

**K1\_FOR, K2\_FOR** ;

- установить выходное напряжение источника питания истокового повторителя;

- установить выходное напряжение модуля высоковольтного источника;

- задержка не менее 1 с.;

- записать бит **“START”** в ПЛИС;

- на дисплее вывести сообщение “Т Е С Т И Р О В А Н И Е” крупным шрифтом;

- выход из режима тестирования как описано ранее;

- записать бит **STOP** в ПЛИС. Прекращается формирование импульсов, источники

высокого напряжения не отключаются.

**2.3 Формирователи импульсов**

Генератор содержит 3 формирователя импульсов для формирования сигналов 1, 2а, 3а,в. Работа формирователей основана на заряде накопительной емкости за время действия отпирающего сигнала с ПЛИС до напряжения, которое задается первым источником высокого напряжения. По окончанию импульса формируется экспоненциальный импульс, характеристики которого определяются параметрами разрядной цепи. Выход разрядной цепи буферизирован истоковым повторителем, для питания которого используется второй источник высокого напряжения. Его напряжения также должно устанавливаться программно, что бы обеспечить работу транзистора повторителя на пологой части ВАХ. Коэффициент передачи повторителя не равен 1, поэтому при установке напряжения первого источника высокого напряжения необходимо использовать калибровочный коэффициент, который индивидуален для каждого сигнала.

Напряжение второго источника должно устанавливаться с учетом калибровочного коэффициента

**U = Us/Kпов  + ∆ U,**

где **∆ U** – дополнительное напряжение, для обеспечения работы транзистора

в области насыщения, зависит от **Us** и типа формируемого сигнала,

будет определено экспериментальным путем.

Подача высокого напряжения на формирователи осуществляется двумя механическими реле, управляемыми сигналами ПЛИС:

**K1\_F1**  - сигнал управления реле 1 формирователя 1;

**K2\_F1** - сигнал управления реле 2 формирователя 1;

**K1\_F2** - сигнал управления реле 1 формирователя 2;

**K2\_F2** - сигнал управления реле 2 формирователя 2;

**K1\_F3** - сигнал управления реле 1 формирователя 3;

**K2\_F2** - сигнал управления реле 2 формирователя 3.

Реле включаются сигналами лог. “1” . По сигналу контроллера **ON\_OFF** – лог.”0”

сигналы **K(1,2)\_F(1-3)** устанавливаются в состояние лог. “0”.

**2.4 Источник Напряжения**

Источник напряжения содержит два программно-управляемых источников напряжения. Первый источник определяет размах выходного сигнала, второй используется в качестве источника питания истокового повторителя ( ИП).

В качестве первого источника применен модуль питания **HVMP 1K-8K 40W** компания **«ПАРАМЕРУС».** Его выходное напряжение в диапазоне 0 -1000 В управляется управляющим напряжением от **DAC MCP4811**. DAC должен быть сконфигурирован для

работы в режиме с установленным битом **GA (бит 13)** –лог.”0” . Выходное напряжение DAC определяется выражением



где **G=2, D - код DAC 0 – 1023, n= 10.**

Выходное напряжение высоковольтного модуля питания определяется выражением

**Uoutref = Vout \*200**

Максимальное напряжение высоковольтного модуля питания составляет 818.4 В.

Для работы DAC должно быть записано во внутренний регистр 16 разрядное слово

cогласно DataSheet. На время записи сигнал выбора **DAC – CS2 ( бит PA9)** должен быть установлен в состояние лог. “0”. Команда записи инициируется установкой сигнала **CS2** в состояние лог “0” . Далее следуют 4 бита конфигурации, а за тем, 10 бит данных по шине **SDI**. Запись битов осуществляется по нарастающему фронту тактового сигнала **SCK**.

После записи 16 бит сигнал **CS2** должен быть установлен в состояние лог. “1”, в результате чего данные фиксируется во входном регистре DAC. Передача данных произойдет только в том случае, если будут записаны 16 бит.

Длительность тактовых импульсов 10 мкс, период следования 20 мкс, данные предшествуют положительному импульсу такта на 5 мкс.

Модуль питания **HVMP 1K-8K 40W** имеет управляющий бит **ENB\_HB ( бит PA8)** при установке сигнала на котором лог.”0” происходит выключение напряжения высоковольтного модуля питания. Этот сигнал должен быть установлен в состояние лог.”0” перед тем, как сигнал управления реле **К1\_х** будет установлен в состояние лог. “0” . ( реле должно переключаться при отсутствии напряжения на контактах).

При включении высоковольтного модуля необходимо:

- подать сигнал включения реле **К1\_х**;

- задержка не менее 1 с.;

- записать код управления **DAC MCP4811**;

- установить бит бит **ENB\_HB** ( **бит PA8**) в состояние лог.”1”.

Установка выходного напряжения высоковольтного источника питания истокового

повторителя осуществляется умножающим DAC MAX532, который используется

в качестве программно управляемого делителя напряжения. DAC MAX532 имеет 2 канала формирования напряжения. Для управления высоковольтным источником используется 12 битовый DAC канала A. DAC программируется 3-мя байтами согласно временной диаграмме ( LDAC= DGND) datasheet. Данные записываются по нарастающему фронту тактовых импульсов SCLK, пока CS находится на низком уровне.

В схеме используется 3-х проводный интерфейс с сигналами DIN, SCLK, CS1.

Длительность тактовых импульсов 10 мкс, период следования 20 мкс, данные предшествуют положительному импульсу такта на 5 мкс.

Выходное напряжение DAC определяется соотношением

Vout= D\* Vref

где D – код, записываемый в DAC -2047 - +2027, Vref- амплитуда сигнала, подаваемого

на ход VrfA

Выходное напряжение источника питания истокового повторителя определяется

соотношением

Uип= D\* Vref \*Кип

где Кип – коэффициент, который будет определен при настройке.

Схема источника питания истокового повторителя содержит ряд схемотехнических решений, которые требуют проверки. Поэтому на этом этапе разработки для этого источника необходимо в первую очередь реализовать управление выходным напряжением источника. Работа его в системе будет уточнена после отработки его

технических решений.

**2.4 Устройство коммутации**

Устройство коммутации обеспечивает подачу напряжения питания от аккумулятора

на тестируемое устройство и подключение к нему выбранного формирователя импульсов.

Представляет собой набор реле, которые управляются сигналами контроллера и ПЛИС.

согласно Таблицы

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Сигнал | A1,2 | 2A | 3A,B | K1 | K3 | K5 | K6 | K7 |
| OFF | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 2a | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 3a,b | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |

Состояние OFF –

- соответствует исходному состоянию генератора - все питания

отключены.

Состояние 1, 2a, 3a,b -

- устанавливаются все реле устройства коммутации,

- устанавливаются Uип=0, **Uoutref = 0 В**

- устанавливаются сигналы K1\_Fx, K2\_Fx - лог. “1”

- программируется напряжение источников питания – подается высокое

напряжение на формирователи

- подается сигнал START – начинается тестирование