

УДК 621.314.04

РАЗРАБОТКА
АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ
СИСТЕМЫ ИЗМЕРЕНИЙ
С ПОВЫШЕННОЙ
ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТЬЮ

*Антонов М. А., Михайличенко В. А.,
Смагин К. А., Галстян Р. А.*

Донской государственной технической
университет, Ростов-на-Дону, Российская
Федерация

nevada@skillet.ru

viola.mixajlichenko@bk.ru

s_k_a_97@mail.ru

galstyan.razmik2015@yandex.ru

Рассмотрены особенности, параметры и элементная база автоматизированной системы измерений с повышенной помехоустойчивостью. Приведены схемы и примеры расчетов таких систем.

Ключевые слова: напряжение, электроэнергетика, триггер, нагрузка, электрическая сеть, схема замещения, релейная защита, линия, ток.

Введение. Для обеспечения безаварийной работы основного и вспомогательного оборудования на электростанциях и подстанциях применяются контрольно-измерительные приборы. Основными контролируемыми параметрами являются ток и напряжение, а остальные параметры (фаза, мощность, энергия, частота) определяются на основе информации о токе и напряжении. Приборами для измерения параметров являются амперметр, вольтметр, ваттметр и др.

Особенности автоматизированной системы измерений с повышенной помехоустойчивостью. Современная автоматизированная система измерений состоит из нескольких микросхем, в состав которых входят микропроцессоры. Каждый микропроцессор предназначен для выполнения определенных функций. Одним из элементов микропроцессора является триггер. Это электронное устройство, способное длительно находиться в одном из двух устойчивых состояний, а также чередовать их под воздействием внешних сигналов.

Триггер обладает функциями записи и хранения информации. Однако у него есть существенный недостаток — неустойчивость к помехам. Если на входе у триггера был 0, а на выходе — 1, то при кратковременной помехе на входе окажется 1, а на выходе — 0. Чтобы исправить положение, необходимо вмешательство персонала. Устранить влияние помех можно с помощью транзисторов.

Транзистор — устойчивый к помехам электронный полупроводниковый прибор, предназначенный для усиления или преобразования электрических сигналов и обладающий самовосстанавливающим свойством. Если на входе у транзистора был 0, а на выходе — 1, то при

UDC 621.314.04

DEVELOPMENT OF AN AUTOMATED
MEASUREMENT SYSTEM WITH THE
INCREASED INTERFERENCE IMMUNITY

*Antonov M.A., Mikhaylichenko V.A.,
Smagin K.A., Galstyan R.A.*

Don State Technical University, Rostov-on-Don,
Russian Federation

nevada@skillet.ru

viola.mixajlichenko@bk.ru

s_k_a_97@mail.ru

galstyan.razmik2015@yandex.ru

The paper considers the features, parameters and element base of the automated measurement system with the increased interference immunity. Schemes and examples of calculations of such systems are given.

Keywords: voltage, electric power industry, trigger, load, electric network, equivalent circuit, protective relay, line, current.

кратковременной помехе на входе появится 1, а на выходе — 0. Однако спустя небольшой промежуток времени транзистор вернется в первоначальное состояние [1].

Расчеты и схемы автоматизированной системы измерений с повышенной помехоустойчивостью. Рассмотрим расчет параметров преобразователя кода измерения (2→3). Расчет сопротивления $R_{13} \div R_{14}$ задается током в линию, тогда его величина определяется из выражения [2]:

$$R_{13} \div R_{14} = \frac{U_{3K}^+ - U_{кэ\text{ нас}}^{VT1} - U_{вх\text{ нас}}^{DOT}}{I_{линии}},$$

где $U_{3K}^+ = 12\text{ В}$ — напряжение источника питания; $U_{кэ\text{ нас}}^{VT1} = 0,5\text{ В}$ — напряжение между эмиттером и коллектором в открытом состоянии; $U_{вх\text{ нас}}^{DOT} = 1,3\text{ В}$ — напряжение на входе оптопары на контролируемом объекте; $I_{линии} = 7\text{ мА}$ — ток в линии. В результате подстановки числовых значений параметров получим:

$$R_{13} \div R_{14} = \frac{12 - 0,5 - 1,3}{7} = 1,46\text{ кОм}.$$

Принимаем $R_{13} \div R_{14} = 1,5\text{ кОм}$.

Выполним расчет сопротивления $R_1 \div R_6$. Вначале определим необходимый ток базы VT_1 :

$$I_{б\text{ макс}}^{VT1} = 2 \cdot \frac{I_{линии}}{\beta}; I_{б\text{ макс}}^{VT1} = 2 \cdot \frac{7}{30} = 0,47\text{ мА}.$$

Тогда сопротивление $R_1 \div R_6$ определим по формуле:

$$R_1 \div R_6 = \frac{U_{3K}^+ - U_{бэ\text{ нас}}^{VT1} - U_{вх\text{ нас}}^{DOT}}{I_{б\text{ макс}}^{VT1}},$$

где $U_{бэ\text{ нас}}^{VT1} = 1,5\text{ В}$ — напряжение между эмиттером и базой в открытом состоянии; $U_{вх\text{ нас}}^{DOT} = 1,3\text{ В}$ — напряжение на входе оптопары DOT_1 . В результате подстановки числовых значений параметров получим:

$$R_1 \div R_6 = \frac{12 - 1,5 - 1,3}{0,47} = 19,57\text{ кОм}.$$

Принимаем $R_1 \div R_6 = 20\text{ кОм}$.

Рассчитаем сопротивление $R_7 \div R_{12}$, используя выражение:

$$2 \cdot I_{кэо}^{DOT1} \cdot R_7 \leq U_{бэо}^{VT1},$$

где $I_{кэо}^{DOT1} = 1 \cdot 10^{-3}\text{ мА}$ — ток на выходе оптопары DOT_1 в закрытом состоянии; $U_{бэо}^{VT1} = 0,2\text{ В}$ — напряжение на входе VT_1 , когда он закрыт. Тогда получим формулу для расчета искомого сопротивления и определим его значение:

$$R_7 \div R_{12} = \frac{U_{бэо}^{VT1}}{2 \cdot I_{кэо}^{DOT1}}; R_7 \div R_{12} = \frac{0,2}{2 \cdot 10^{-3}} = 100\text{ кОм}.$$

Принимаем $R_7 \div R_{12} = 75\text{ кОм}$.

На рис. 1 представлена блочная схема распределительных сетей. Она состоит из диспетчерского пункта и объекта (станция, подстанция, распределительные сети), объединенных линией связи длиной 100 м.

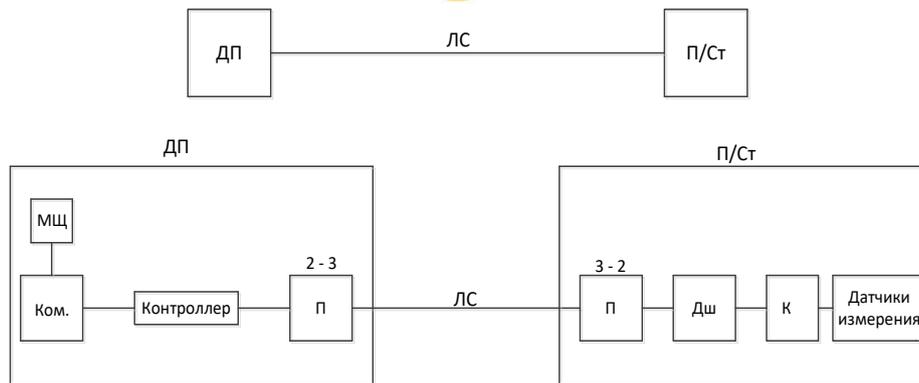


Рис. 1. Блочная схема распределительных сетей

Диспетчерский пункт состоит из мнимого щита, компьютера, котроллера и преобразователя из двоичной системы счисления в троичную. На объекте находятся преобразователь из троичной системы в двоичную, дешифраторы, коммутаторы и датчики измерения. Смысл проекта состоит в том, чтобы заменить триггеры в преобразователях, дешифраторах и коммутаторах на транзисторы.

На рис. 2 представлена схема преобразователя из двоичной системы в троичную. С помощью этого преобразования уменьшается количество проводов на линии связи. Ключами S1, S2, ... S6 задаем необходимые величины параметров и управляем схемой. В конце схемы добавлены вольтметры для контроля измерений. Количество проводов для линии связи зависит от количества проводников в витой паре [3].

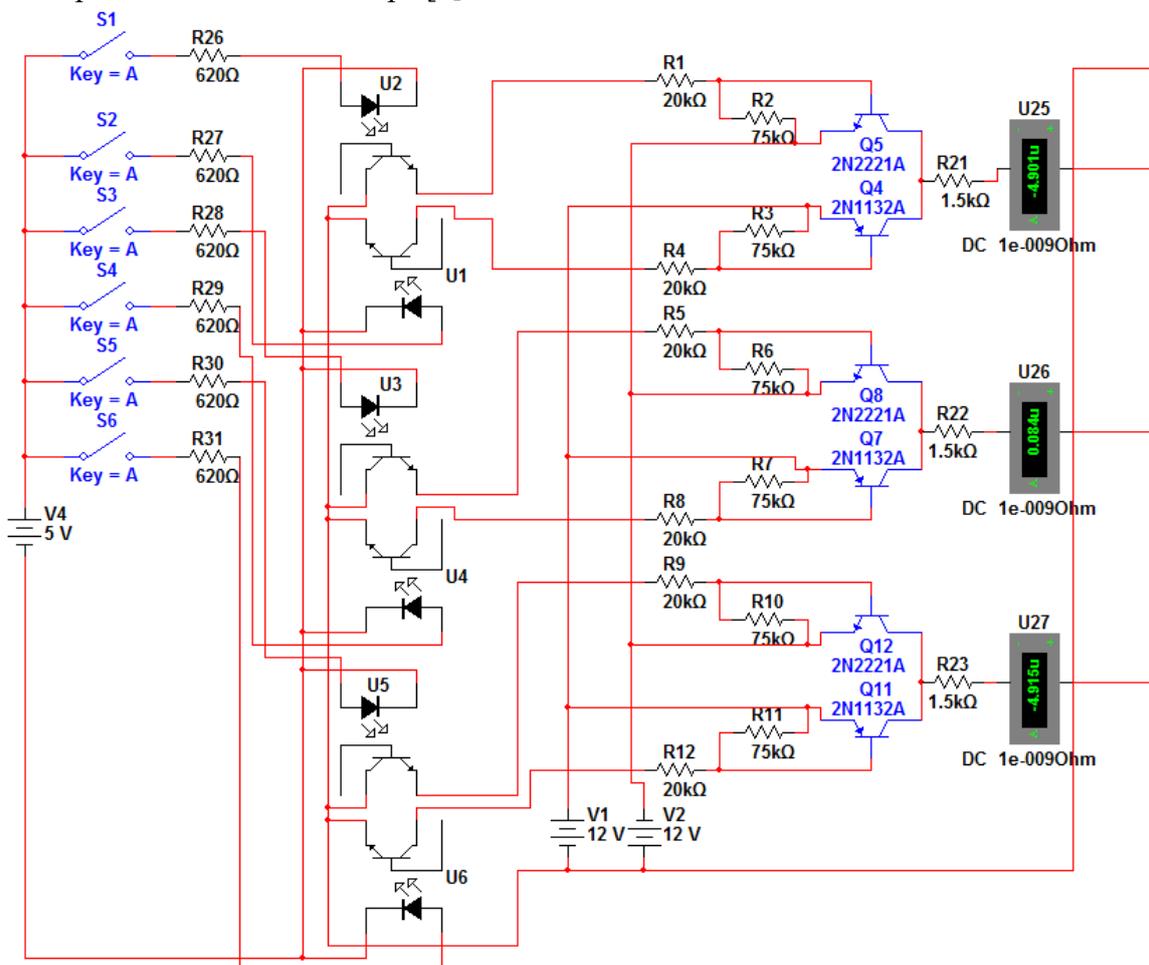


Рис. 2. Преобразователь из двоичной системы в троичную

Витая пара — это вид кабеля связи, который представляет собой одну или несколько пар изолированных проводников, скрученных между собой и покрытых пластиковой оболочкой. Скручивание производится для повышения связи проводников одной пары и последующего уменьшения электромагнитных помех от внешних источников, а также для уменьшения взаимных наводок при передаче дифференциальных сигналов.

Схема преобразователя из троичной системы в двоичную, находящегося на распределительной сети, представлена на рис. 3. Такое преобразование необходимо, так как дешифраторы не принимают троичную систему. Здесь вольтметры, так же как на схеме (рис. 2), служат для контроля измерения.

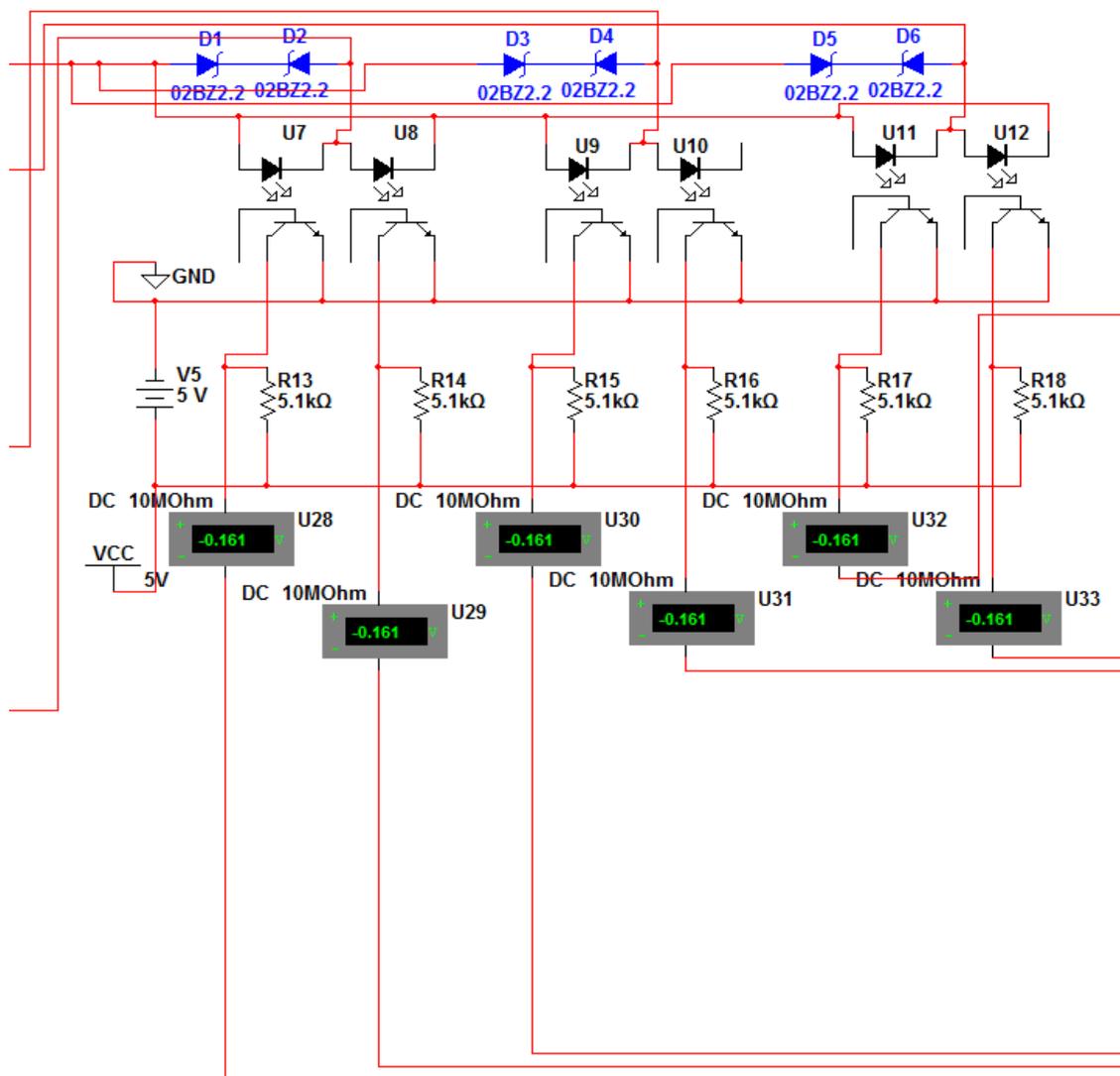


Рис.3. Преобразователь из троичной системы в двоичную

Рассчитаем параметры дешифраторов кодов ВН, ГН и матрицы измерений. Вначале выполним расчет сопротивления R_1 , используя выражение:

$$U_{num} = I_{AK}^{DOT1} \cdot R_1 + U_{ex.HQC}^{DOT1} + U_{вых}^{ИД7},$$

где $U_{num} = 5$ кВ — напряжение источника питания; $I_{AK}^{DOT1} = 5$ мА — входной ток оптопары DOT1; $U_{ex.HQC}^{DOT1} = 1,3$ В — напряжение на входе оптопары DOT1; $U_{вых}^{ИД7} = 0,5$ В — выходное напряжение микросхемы ИД7 при логическом нуле. Тогда выражение для R_1 будет иметь вид:

$$R_1 = \frac{U_{num} - U_{ex.HQC}^{DOT1} - U_{вых}^{ИД7}}{I_{AK}^{DOT1}}$$

После подстановки значений параметров получим:

$$R_1 = \frac{5 - 1,3 - 0,5}{5} = 0,64 \text{ кОм}.$$

Принимаем стандартное значение сопротивления: $R_1 = 0,62 \text{ кОм}$.

Выполним расчет сопротивления R_2 , используя выражение:

$$U_{num} = I_{AK}^{DOT7} \cdot R_2 + U_{ex.HQC}^{DOT7} + U_{вых}^{ИД7},$$

где $U_{num} = 5 \text{ кВ}$ — напряжение источника питания; $I_{AK}^{DOT7} = 5 \text{ мА}$ — входной ток оптопары DOT7; $U_{ex.HQC}^{DOT7} = 1,3 \text{ В}$ — напряжение на входе оптопары DOT7; $U_{вых}^{ИД7} = 0,5 \text{ В}$ — выходное напряжение микросхемы ИД7 при логическом нуле. Тогда выражение для R_2 будет иметь вид:

$$R_2 = \frac{U_{num} - U_{ex.HQC}^{DOT7} - U_{вых}^{ИД7}}{I_{AK}^{DOT7}}$$

После подстановки значений параметров получим:

$$R_2 = \frac{5 - 1,3 - 0,5}{5} = 0,64 \text{ кОм}.$$

Принимаем стандартное значение сопротивления: $R_2 = 10,62 \text{ кОм}$. Для микросхем ИД71 и ИД72 принимаем типовые сопротивления $R_3 = 5,1 \text{ кОм}$ и $R_4 = 5,1 \text{ кОм}$. На рис. 4 представлена схема дешифратора и коммутатора.

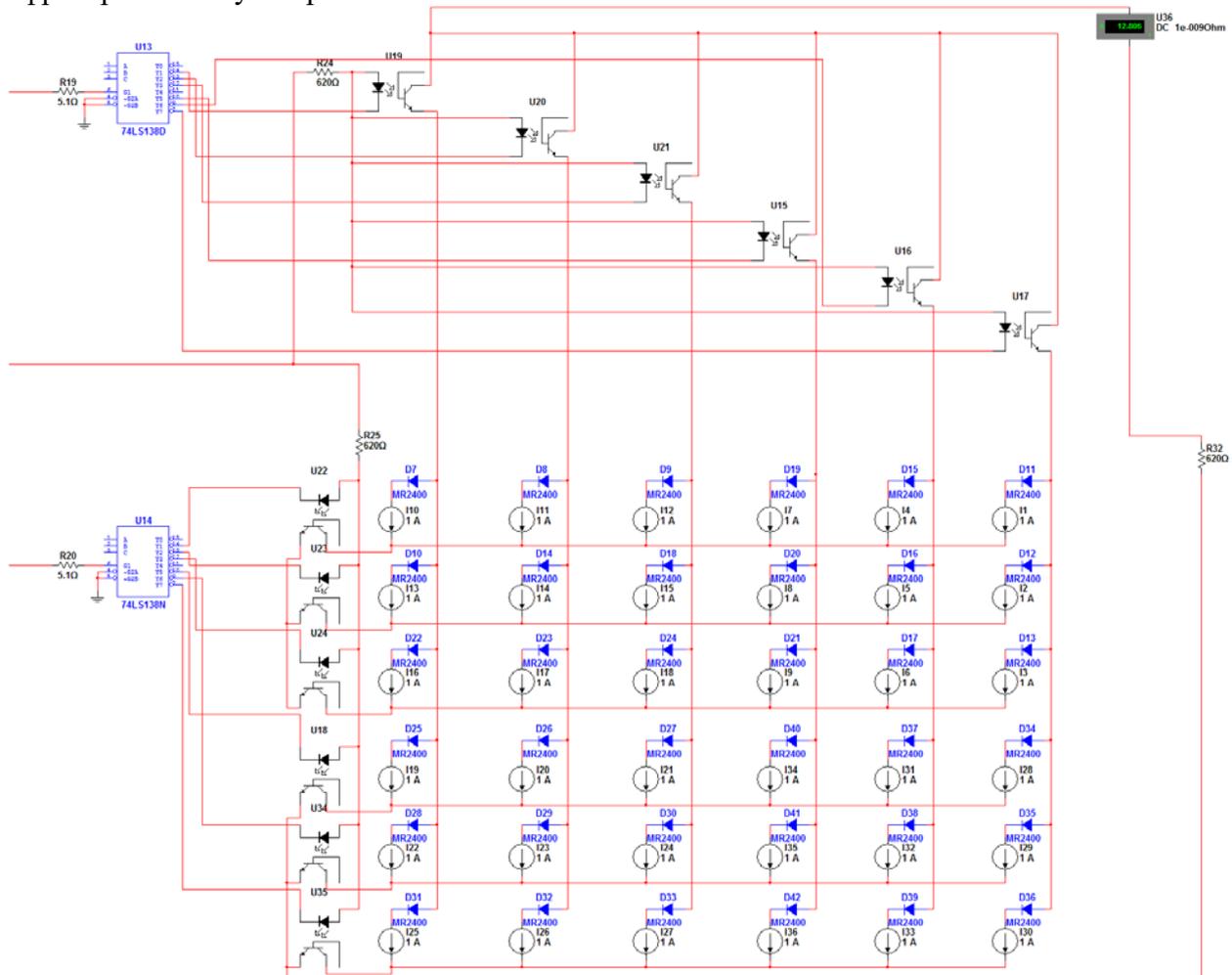


Рис.4. Схема дешифратора и коммутатора

Здесь дешифраторы серии 74LS138N преобразуют параллельный двоичный код в позиционный десятичный. Первый дешифратор управляет вертикальными линиями, второй — горизонтальными. При подаче сигнала ток пойдет в том месте, где сигнал имеет место как по вертикали, так и по горизонтали. С помощью датчиков измерения данные о текущем токе поступают в диспетчерскую.

Заключение. Система измерения должна быть защищена от помех, которые по-разному влияют на приборы — от искажения изображения на экранах мониторов и сбоев цифровой техники до повреждения оборудования. Достоинствами автоматизированной системы измерений с повышенной помехоустойчивостью являются:

- самовосстановление после кратковременного замыкания;
- меньше линий связи;
- высокая надежность даже при сильных помехах;
- безопасность персонала за счет функции самовосстановления.

Недостатками такой системы являются конструктивная сложность и отсутствие дополнительных функций, реализуемых триггерами.

Библиографический список

1. Чернобровов, Н. В. Релейная защита : учеб. пособие / Н. В. Чернобровов. — Москва : Энергия, 1971. — 624 с.
2. Ульянов, С. А. Электромагнитные переходные процессы в электрических системах : вузовский учебник / С. А. Ульянов. — Москва : Энергия, 1970. — 520 с.
3. Киреева, Э. А. Полный справочник по электрооборудованию и электротехнике / Э. А. Киреева, С. Н. Шерстнев. — Москва : КРОНУС, 2013. — 60 с.