

Автоматизация. Вісник Національного університету "Львівська політехніка". – Львів:НУ "Львівська політехніка", 2008. – № 617. -С. 122 - 129.

4. Определение реологических свойств буровых растворов по данным ротационной вискозиметрии / М.А.Мыслюк, А.А. Васильченко, Ю.М. Салыжин, Е.В. Кустурова // НТЖ. Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – М.:ОАО «ВНИИОЭНГ», 2006. – № 12. – С.29-33.

5. Крих Г. Б. Особливості застосування реологічних моделей неньютонівських рідин. // Теплоенергетика. Інженерія докiлля. Автоматизація. Вісник Національного університету "Львівська політехніка". – Львів:НУ "Львівська політехніка", 2007. – № 581. – С. 71 - 82.

*Рекомендовано до публікації д.т.н. Слесарєвим В.В.  
Надійшла до редакції 15.06.11*

УДК 622.6-52

© В.В. Ткачев, С.Н. Проценко, Р.В. Макитренко, П.Ю. Огеенко

## **ПРИМЕНЕНИЕ ИНВЕРСНЫХ УРОВНЕЙ СИГНАЛОВ НА ФИЗИЧЕСКОМ УРОВНЕ В CAN-СЕКМЕНТЕ**

Дан анализ проблемы применения CAN технологий в горнодобывающей промышленности. Рассмотрена актуальность поиска решения для обеспечения искробезопасности CAN-сегмента. Предложено использование новой схемы организации физического уровня сегмента. Представлены модели, использованные для проведения экспериментов. По результатам экспериментов сделаны выводы о возможности применения предложенного решения.

Надано аналіз проблеми застосування CAN технологій в гірничодобувній промисловості. Розглянуто актуальність пошуку рішення для забезпечення іскробезпеки CAN-сегмента. Запропоновано використання нової схеми організації фізичного рівня сегмента. Представлені моделі, використані для проведення експериментів. За результатами експериментів зроблено висновки про можливість застосування запропонованого рішення.

The problem of CAN technology applying in the mining industry is analyzed. The search for an actual solution for intrinsically safe of CAN-segment is considered. Usage of the new organization scheme of the physical segment level is proposed. The models used for the experiments are presented. Conclusions according to the results of experiments of the applicability of the proposed solution are made.

Тенденции развития автоматизации процессов управления направлены на совершенствование технологических датчиков и увеличение объемов поступающей с них полезной информации, которая используется как для выработки соответствующего логически обоснованного воздействия со стороны исполнительных механизмов, так и для сбора статистических данных о протекании контролируемого процесса. Таким образом, современное управление технологическими объектами требует обеспечения надежного и быстрого канала связи для обмена большими объемами данных.

Такие интерфейсы как RS-485 и токовая петля морально устарели и не всегда способны справиться с поставленной перед автоматизацией задачей – низкая скорость обмена данными, малое число потребителей, отсутствие встроенных средств борьбы за канал и т.п. Пришедшие же им на смену современные

системы передачи информации хоть и отличаются высокими надежностью и скоростями обмена данными, но тоже не всегда способны удовлетворить потребности конкретных отраслей промышленности. Одним из лучших на данный момент решений может служить полевая шина CAN, которая имеет следующие преимущества: высокая помехоустойчивость, основанная на подавлении синфазных помех дифференциальным приемопередатчиком; работа встроенных механизмов обнаружения ошибок; повторная передача сообщений при обнаружении ошибок передачи; отключение неисправных узлов от обмена по шине и устойчивость к электромагнитным помехам.

Однако стандартные решения модулей со встроенным CAN-интерфейсом не удовлетворяют требованиям искро- и взрывобезопасности. В связи с этим в горной промышленности применение CAN может быть организовано только на основе специально заказываемого оборудования, что не всегда уместно в сложившихся промышленно-экономических условиях.

В качестве линии связи в горной промышленности наиболее целесообразно использовать пары телефонного кабеля. Телефонный кабель используется на большинстве горно-обогатительных комбинатах, и свойство телефонной пары сравнимы с витой парой.

Используя классическую схему подключения узлов к CAN-линии, показанную на рисунке 1, нет возможности реализовать искробезопасный CAN-канал, так как согласно данной схеме на каждом трансивере подтяжка к земле и питанию осуществляется посредством двух транзисторов из чего следует, что каждое устройство пропускает ток в линию при приеме/передаче.

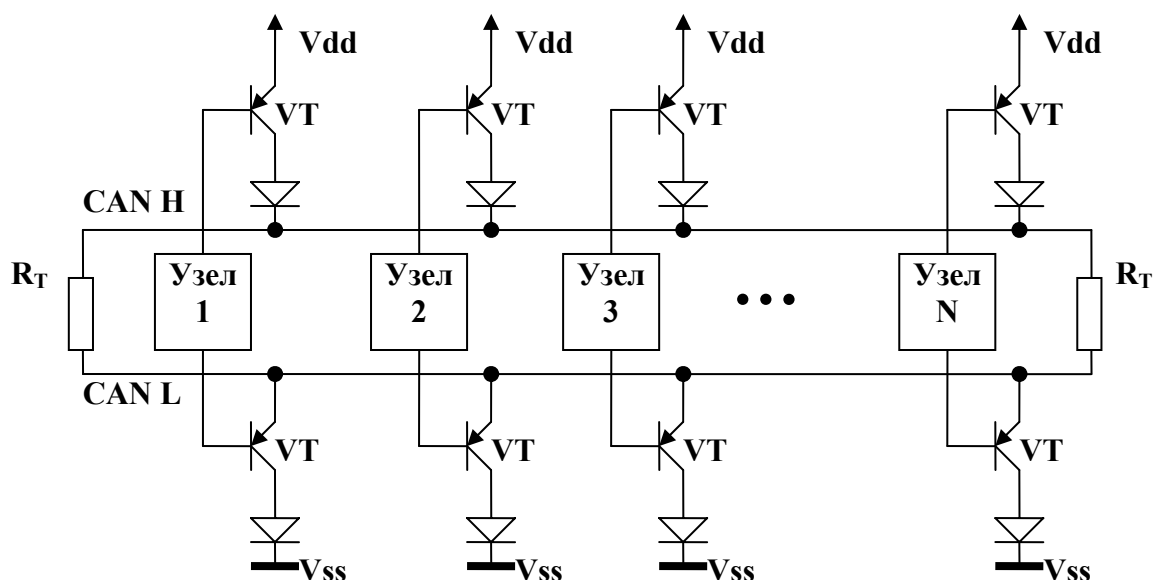


Рис. 1. Подключение к CAN-сегменту

Решением может служить использование схемы подключения, отображенной на рисунке 2.

В данной схеме используется два источника питания, и подтяжка к земле и питанию осуществляется двумя резисторами по краям. Схема обеспечивает искробезопасный CAN-канал благодаря падению напряжения на крайних резисторах.

сторах независимо от числа передающих устройств. Чтобы обеспечить инвертированный сигнал в линии связи используется дополнительный источник питания. Для уменьшения волны затухания с каждого конца линии установлено по одному блоку питания. Передаваемые контроллером в линию связи данные поступают на схему согласования уровней, которая реализована непосредственно в сетевых узлах.

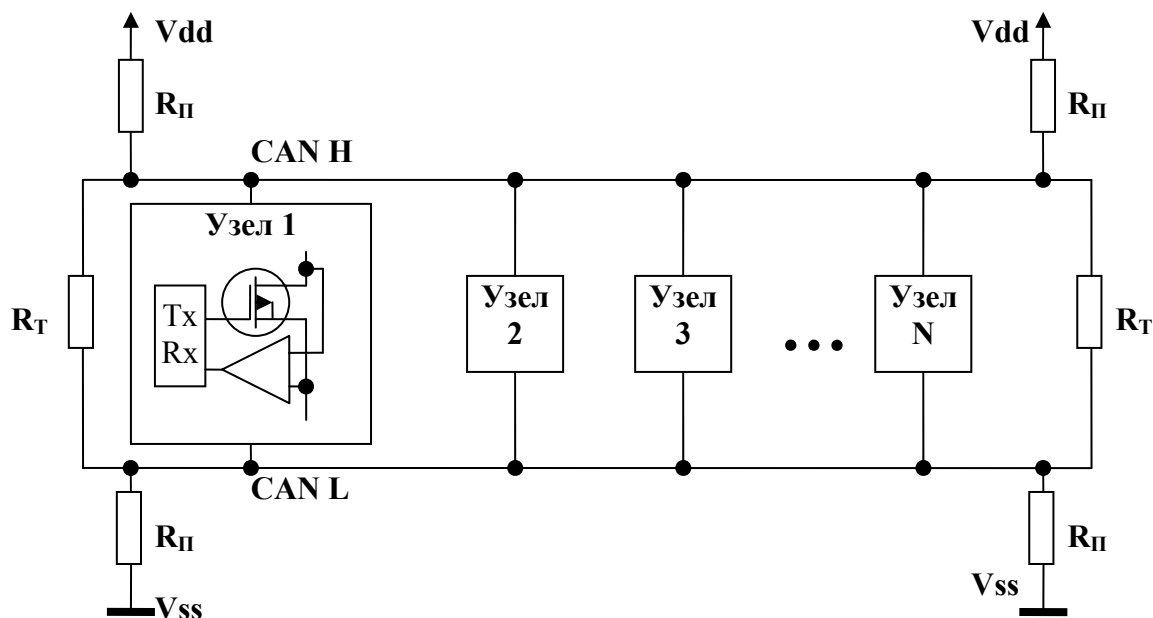


Рис. 2. Искробезопасная схема реализации CAN-сегмента

Для разработки имитационной модели CAN-трансивера в пакете имитационного моделирования Simulink математической системы Matlab использовались следующие элементы:

- SolverConfiguration, служит для задания параметров моделирования;
- ControlledVoltageSource. Управляемый источник напряжения, представляет идеальный источник напряжения и является достаточно мощным, чтобы поддерживать указанное напряжение на выходе независимо от тока, протекающего через источник;
- Simulink-PS Converter блок преобразует входной сигнал Simulink в физический сигнал. Используется для обеспечения связи Simulink источников на входы физической схемы сети;
- PulseGenerator - источник импульсного сигнала. Формирует прямоугольные импульсы;
- VoltageSensor. Блок датчика напряжения представляет идеальный датчик напряжения, устройство, которое преобразует напряжение измеряемое между двумя точками электрической цепи в физический сигнал;
- блок PS-SimulinkConverter конвертирует физический сигнал в выходной сигнал Simulink.

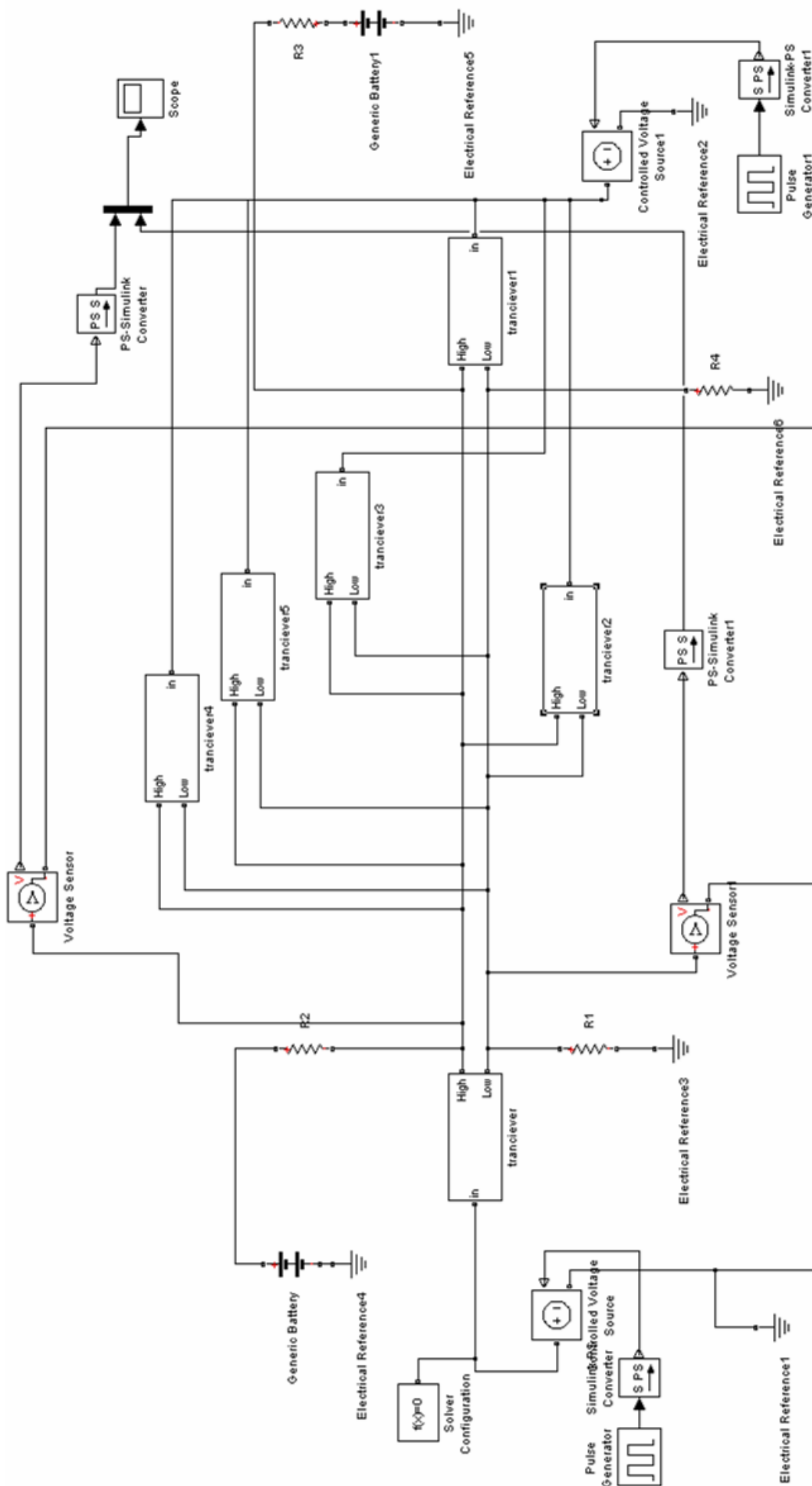


Рис. 3. Модель исследуемого CAN-сегмента с использованием инверсных уровней сигналов

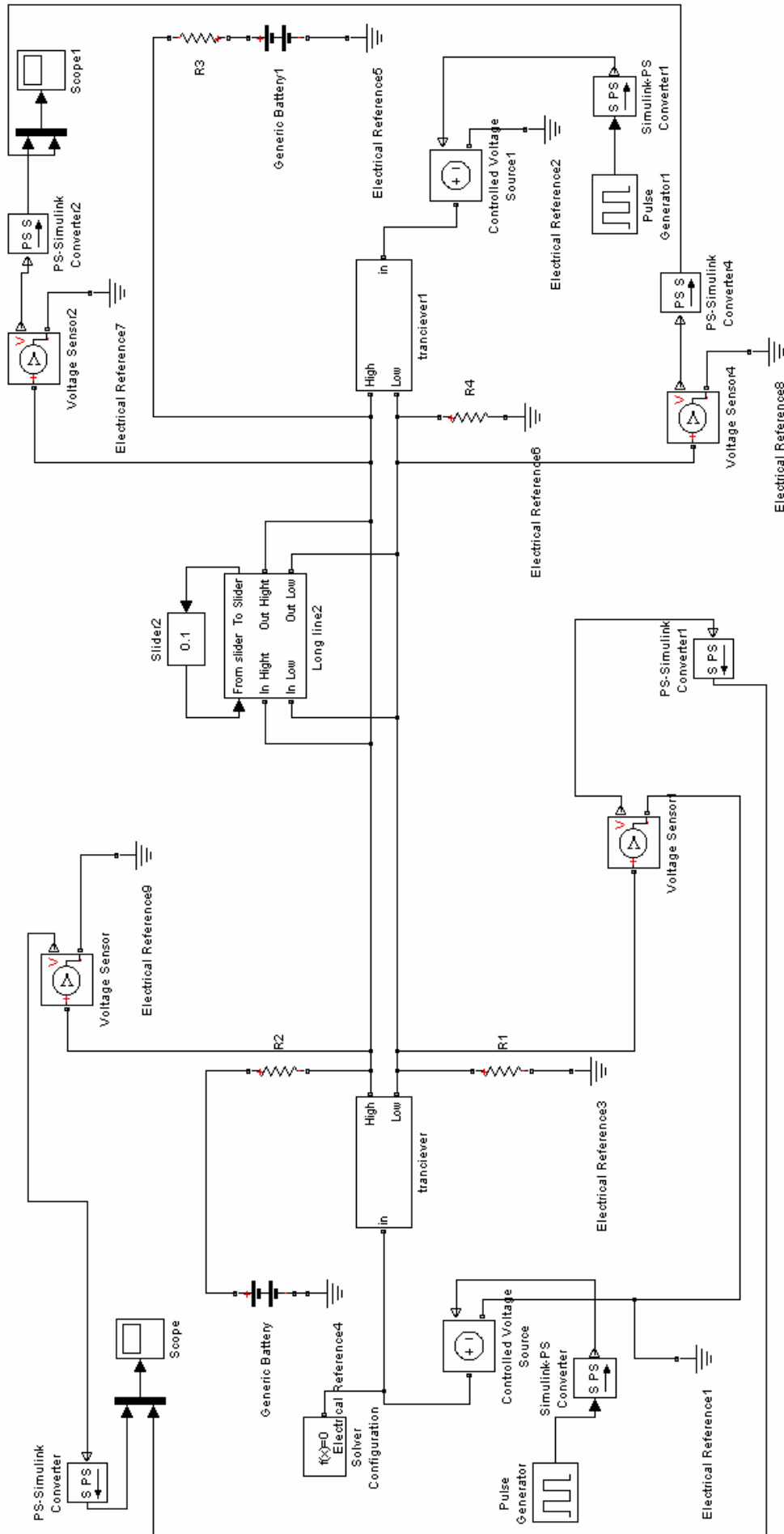


Рис. 4. Исследуемая модель CAN-сегмента при длине линии связи от 100 м до 4 км

- Осциллограф Scope. Строит графики исследуемых сигналов в функции времени. Позволяет наблюдать за изменениями сигналов в процессе моделирования;

- Подсистема (Subsystem) это фрагмент Simulink-модели, оформленный в виде отдельного блока.

Модель линии связи, на которой проводились испытания работоспособности приведенного выше решения, была также смоделирована в Simulink. Она представляет собой типовую RLC-цепочку.

С использованием модели были проведены следующие опыты:

1) передача/прием данных с использованием инверсных уровней (идеальные условия);

2) передача/прием при длине линии связи 100 м;

3) передача/прием при длине линии связи 1 км;

4) передача/прием при длине линии связи 4 км;

5) замыкание на землю кабеля CANL;

6) замыкание на землю кабеля CANH;

7) обрыв кабеля CANH;

8) обрыв кабеля CANL.

В первом опыте модель включала 1 передатчик и 5 приемников (рисунок 3), а в остальных 1 передатчик и 1 приемник (рисунок 4).

Результаты экспериментов представлены в виде графиков на рисунке 5, характеризующих доминантный и рецессивный уровни передаваемого сигнала.

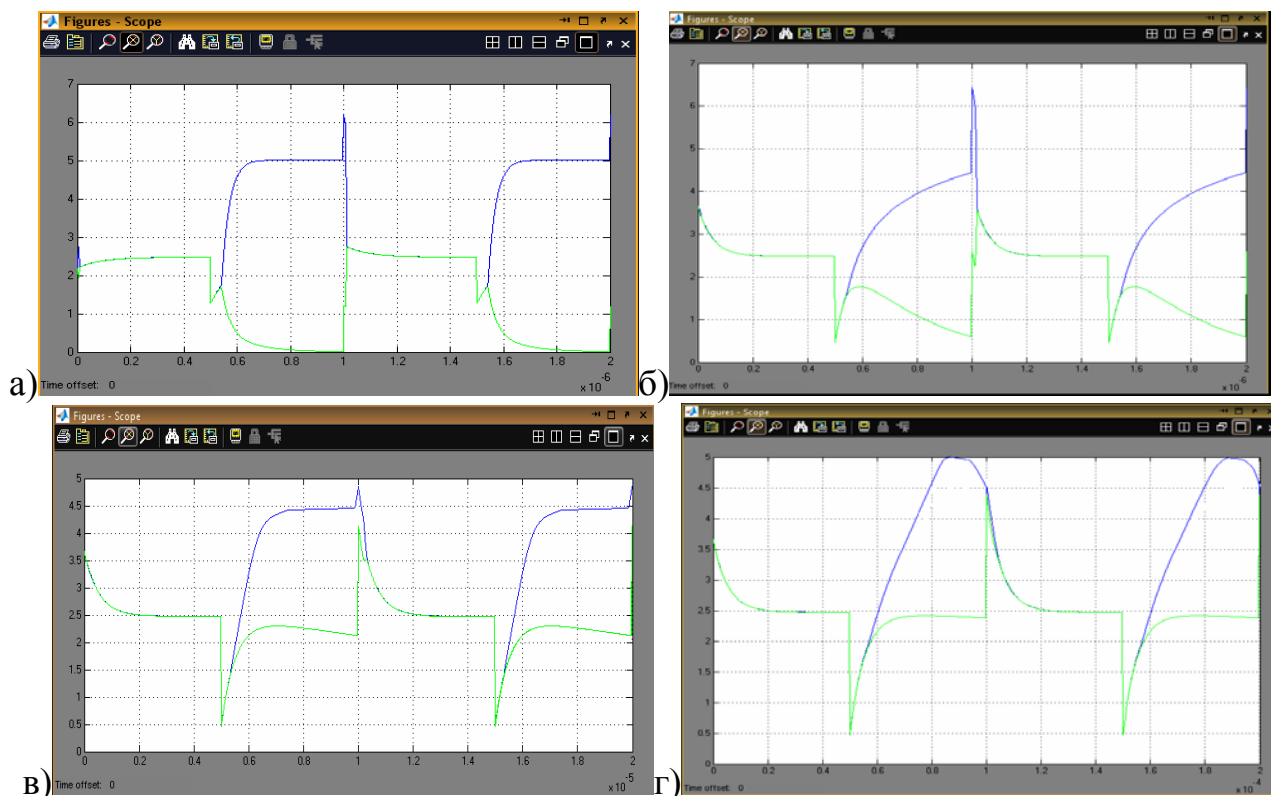
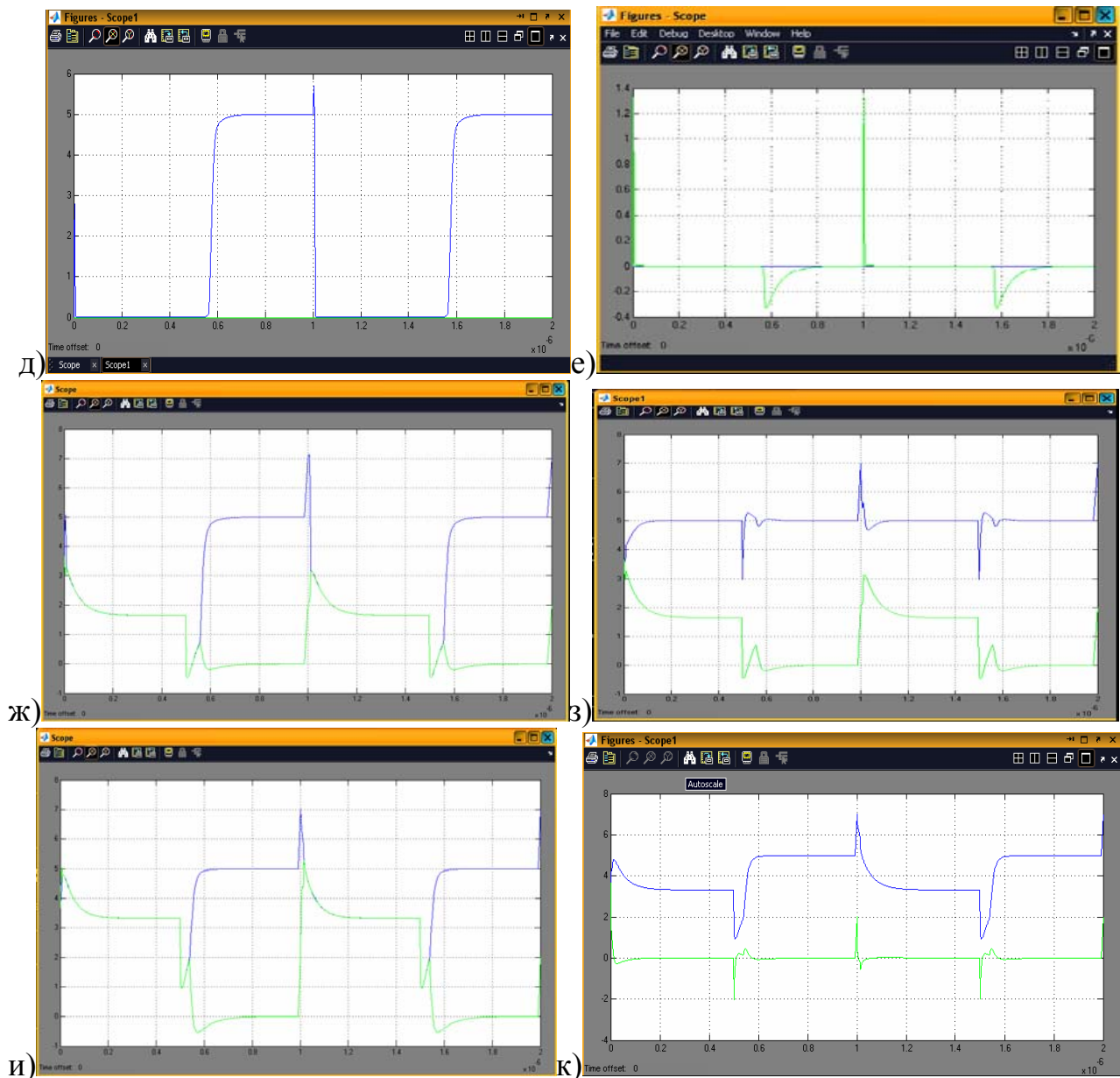


Рис. 5. а) опыт 1; б) опыт 2; в) опыт 3; г) опыт 4;



Продовження рис.5. д) опыт 5; е) опыт 6; ж) опыт 7 – передатчик; з) опыт 7 – приемник; и) опыт 8 – передатчик; к) опыт 8 – приемник

Результаты, представленные на рисунке 5, позволяют увидеть, что при применении данного метода, модель ведет себя адекватно и сохраняет свою работоспособность на протяжении всего времени моделирования. Разница между CANH и CANL при передаче рецессивного бита - 0 В, доминантного – от 2.5 В до 5 В, что позволяет дифференциальному операционному усилителю корректно определять состояние линии связи. Система остается работоспособной во всех исследованных режимах, кроме заземления CAN H, что характеризует значительное увеличение ее надежности при возможных замыканиях и обрывах кабеля. Использование инверсных уровней сигнала при передаче информации в линии связи обеспечивает снижение потребления приемо-передатчика и повышение искробезопасности сети.

*Рекомендовано до публікації д.т.н. Слесаревим В.В.  
Надійшла до редакції 15.06.11*