

ПРИБОР ДЛЯ ПРОЗВОНКИ ЖИЛ СИГНАЛЬНЫХ КАБЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОВЗОВ НА ОСНОВЕ ОДНОПРОВОДНОЙ ПЕРЕДАЧИ КОНТРОЛЬНОГО СИГНАЛА

К.В. Менакер

*к.т.н., доцент кафедры «Электроснабжение» Забайкальского института
железнодорожного транспорта*

Аннотация: В процессе эксплуатации на электровозах состояние сигнальных кабелей постепенно ухудшается, что зачастую приводит к отказам отдельных подсистем. Поиск подобного рода отказов осложняется сложной конфигурацией прокладки кабельных сетей и подключенным состоянием проводников. Разработанный прибор на основе однопроводной передачи контрольного сигнала позволяет в короткие сроки локализовать повреждения жил сигнальных кабелей, связанные с их обрывом и коротким замыканием.

Ключевые слова: прибор, кабель, проводник, жила, сигнал, обрыв, короткое замыкание, отказ, электровоз

Однопроводной способ передачи электрической энергии обосновал и реализовал Никола Тесла в 1902 году (Заявка на патент «Устройство для передачи электрической энергии»). В нашей стране исследования в данной области были начаты в 1956 году профессором В.К. Щербаковым и продолжены во Всероссийском НИИ электрификации сельского хозяйства (ВИЭСХ) [1]. Значительный вклад в развитие однопроводных систем электропередачи внесли российские ученые С. В. Авраменко и С.А. Герасимов [2-3].

На основе модифицированной диодной вилки Авраменко автором был предложен прибор по идентификации целостности жил нагруженного кабеля, который, в том числе, может быть успешно применен для поиска отказов в электроподвижном составе.

Упрощенная схема предлагаемого прибора представлена на рис. 1.

Анализируемая схема состоит:

- из генератора синусоидального сигнала регулируемой частоты, подключенного через разделительный трансформатор Т1 к измеряемому проводнику с произвольным омическим сопротивлением и индуктивностью;
- приемника гармонического сигнала, выполненного в виде модифицированной вилки Авраменко [4] с подключением на выходе гальванического трансформатора Т2 вместо конденсатора.

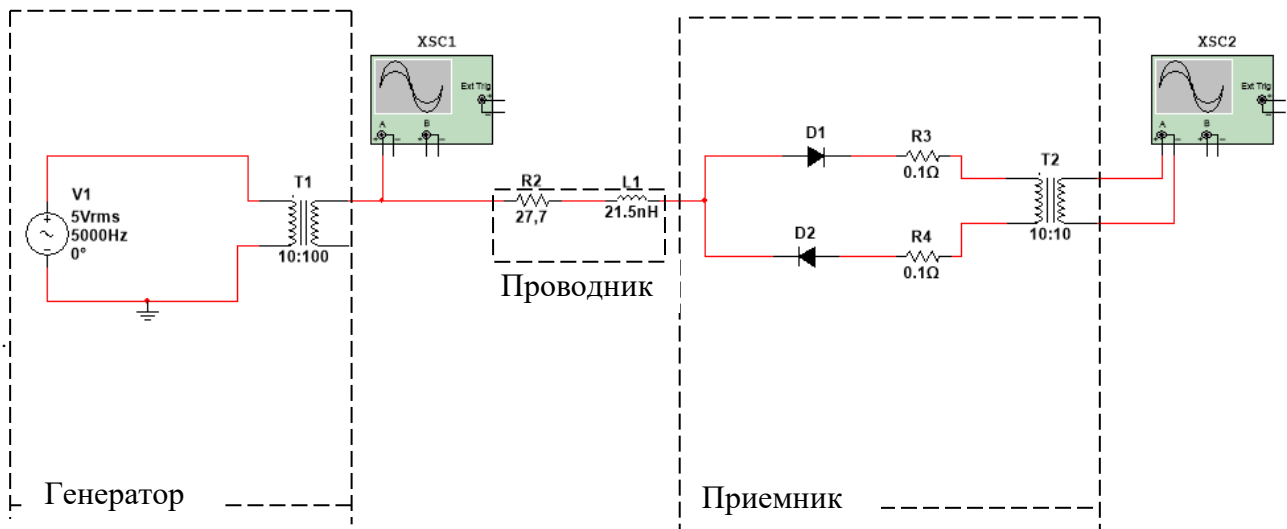


Рис. 1. Упрощенная схема прибора для прозвонки жил сигнальных кабелей

Анализ работы схемы с классической вилкой Авраменко показал, что при действии как положительной так и отрицательной полуволны гармонического сигнала происходит открытие одного из диодов D1 или D2. На втором диоде при этом действует обратное напряжение и небольшой обратный ток (выражение 1 и 2). Из-за разности токов на обкладках конденсатора возникает разность потенциалов и он заряжается по возрастающей ступенчато от каждой полуволны (рис. 2).

При наличии в схеме вместо конденсатора индуктивности первичной обмотки гальванического трансформатора T2 на обмотке действует напряжение в форме двухполупериодного сигнала (рис. 3). По частоте и амплитуде этого сигнала и осуществляется идентификация прозваниваемого проводника и вида неисправности.

Следует отметить, что автоподстройкой частоты контрольного сигнала генератора удастся оптимизировать режим прозвонки проводника в зависимости от его длины.

$$\begin{aligned}
 u_{c11} &= \frac{1}{C_1} \int_{-T/4}^{T/4} [i_{dp1}(t) - i_{dp2}(t)] dt = \frac{1}{C_1} \int_{-T/4}^{T/4} i_{dp1}(t) dt - \frac{1}{C_1} \int_{-T/4}^{T/4} i_{dp2}(t) dt = \\
 &= \frac{1}{C_1} \int_{-T/4}^{T/4} \left[\frac{2}{\pi} \cdot I_{d1pm} \cdot \left(\frac{1}{2} + \frac{\pi}{4} \cdot \cos(\omega t) + \frac{1}{3} \cdot \cos(2\omega t) - \frac{1}{15} \cdot \cos(4\omega t) \right) \right] \cdot dt - \\
 &- \frac{1}{C_1} \int_{-T/4}^{T/4} \left[\frac{2}{\pi} \cdot I_{d2pm} \cdot \left(\frac{1}{2} + \frac{\pi}{4} \cdot \cos(\omega t) + \frac{1}{3} \cdot \cos(2\omega t) - \frac{1}{15} \cdot \cos(4\omega t) \right) \right] \cdot dt \\
 u_{c12} &= u_{c11} + \frac{1}{C_1} \int_{-T/4}^{T/4} [i_{do2}(t) - i_{do1}(t)] dt =
 \end{aligned} \tag{1}$$

$$\begin{aligned}
&= u_{c11} + \frac{1}{C_1} \int_{-T/4}^{T/4} i_{do2}(t) dt - \frac{1}{C_1} \int_{-T/4}^{T/4} i_{do1}(t) dt = u_{c11} + \\
&+ \frac{1}{C_1} \int_{-T/4}^{T/4} \left[\frac{2}{\pi} \cdot I_{d2om} \cdot \left(\frac{1}{2} + \frac{\pi}{4} \cdot \cos(\omega t) + \frac{1}{3} \cdot \cos(2\omega t) - \frac{1}{15} \cdot \cos(4\omega t) \right) \right] \cdot dt - \\
&- \frac{1}{C_1} \int_{-T/4}^{T/4} \left[\frac{2}{\pi} \cdot I_{d1om} \cdot \left(\frac{1}{2} + \frac{\pi}{4} \cdot \cos(\omega t) + \frac{1}{3} \cdot \cos(2\omega t) - \frac{1}{15} \cdot \cos(4\omega t) \right) \right] \cdot dt
\end{aligned} \tag{2}$$

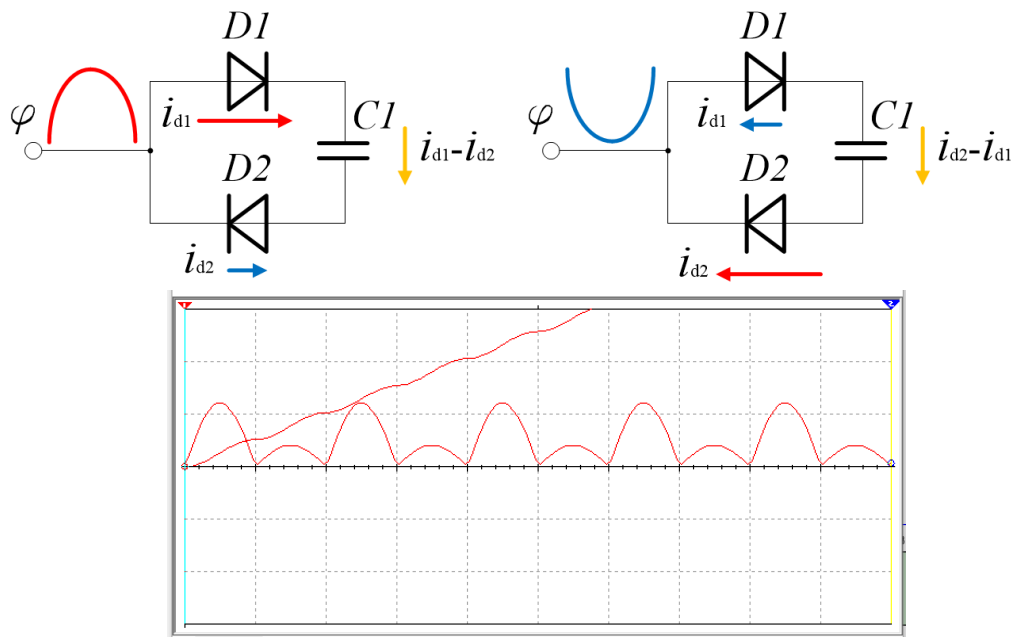


Рис. 2. Направления токов на диодах вилки Авраменко в зависимости от полярности напряжения. Осциллограмма изменения напряжения на емкости $C1$

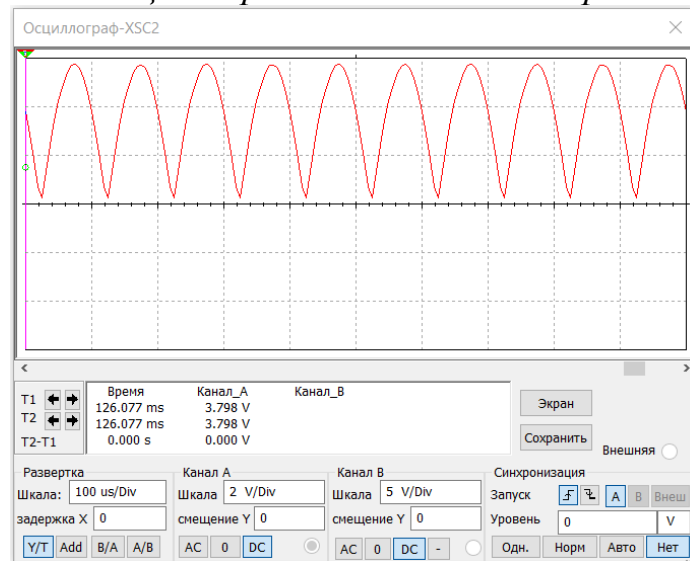


Рис. 3 Осциллограмма напряжения на первичной обмотке трансформатора T2

Измерительный прибор был изготовлен в виде опытного образца, прошел предварительные испытания, ведется его доработка. Предложенная схема показала отличные результаты как при поиске отказов в устройствах автоматики и связи, так и электроподвижного состава.

Список использованных источников

1. Алиев, И. И. Резонансная однопроводниковая линия электропередачи / И. И. Алиев, Д. С. Стребков // *Электричество*. – 2011. – № 10. – С. 56-60. – EDN OEYNVX.
2. Авраменко С.В. Способ питания электротехнических устройств и устройство для его осуществления // Патент 2108649 С1 RU. Бюлл. изобр. 1998. № 10. С. 319.
3. Герасимов, С. А. Однопроводная передача электрической энергии: расчет и эксперимент / С. А. Герасимов // *Современные наукоемкие технологии*. – 2011. – № 4. – С. 28-31. – EDN NXPXZF.
4. Менакер, К. В. Разработка устройства бесконтактной идентификации жил нагруженного кабеля / К. В. Менакер, А. Ю. Данилова, Д. Д. Спирин // *Образование - наука - производство : Материалы VIII Всероссийской (с международным участием) научно-практической конференции, Чита, 22 ноября 2024 года*. – Чита: Иркутский государственный университет путей сообщения, 2024. – С. 314-320. – EDN АВМКCV.