

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИТМО**

Факультет безопасности информационных технологий

Дисциплина:

«Инженерно-технические средства защиты информации»

ОТЧЕТ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ №3

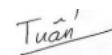
«Импульсивный рефлектометр»

Выполнил:


Чан Куанг Линь, студент группы N34461

_____ 
(подпись)

Као Нгок Туан, студент группы N34461

_____ 
(подпись)

Нгуен Тхань Чунг, студент группы N34461

_____ 
(подпись)

Проверил:

Попов Илья Юрьевич, доцент ФБИТ

(отметка о выполнении)

(подпись)

Санкт-Петербург

2023 г.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ХОД РАБОТЫ	4
1 Теория.....	4
1.1 Принцип работы.....	4
1.2 Параметры	6
1.2.1 Волновое сопротивление кабельной линии.....	6
1.2.2 Эквивалентная схема кабельной линии	6
2. РАБОТА С ПРИБОРОМ.....	8
3. ВЫВОД	11

ВВЕДЕНИЕ

Цель работы – изучить принцип работы импульсного рефлектометра.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- Измерить волновое сопротивление провода типа витая пара;
- Определить состояние провода.

ХОД РАБОТЫ

1 Теория

Импульсные рефлектометры — это измерительные приборы, позволяющие "просмотреть изнутри" кабельную или воздушную линию связи или электропередачи, определить ее однородность, измерить длину, определить наличие обрыва, короткого замыкания, утечки, увеличения продольного сопротивления, кабельных вставок с другими параметрами, перепутывания жил, муфт и тому подобное, а также определить расстояние до них.

Рефлектометр представляет собой специальное устройство, которое предназначено для нахождения дефектов в кабельных линиях с помощью локационного метода. За счет того, что данный прибор направляет импульсы по проводу, можно находить и классифицировать разрывы, короткое замыкание и другие типы повреждений.

1.1 Принцип работы

Рефлектометр для кабельных линий работает по следующему принципу:

- в проверяемый кабель подаются короткие электрические импульсы;
- если в кабеле имеются неоднородности или повреждения, энергия импульса полностью или частично отражается обратно к прибору;
- возвращенный отраженный сигнал измеряется, результаты измерений анализируются и затем выводятся на дисплей.

Рефлектометр для кабельных линий позволяет определить характер и местоположение основных неоднородностей или повреждений присутствующих в кабелях: обрывы; короткие замыкания; места замыканий кабеля; перепутанные пары;

параллельные отводы; плавающие дефекты; катушки Пупина; переход на жилу другого диаметра; плотная земля.



Рисунок 1 – Структурная схема импульсного рефлектометра

Генератор зондирующих импульсов посылает в кабельную линию короткий электрический импульс. Приёмник отражённых сигналов через равные промежутки времени захватывает сигнал с линии и отображает их на устройстве отображения прибора. Таким образом, на экране импульсного рефлектометра строится график, на котором по вертикальной оси отображается амплитуда отражённого сигнала, а по горизонтальной оси – время. Строго говоря, импульсный рефлектометр измеряет именно временную задержку между входным воздействием и отражённым сигналом. Однако, зная скорость распространения электромагнитной волны в кабеле, можно трансформировать ось времени в ось расстояний, что и сделано во всех импульсных рефлектометрах.

Работу импульсного рефлектометра очень просто разъясняет пример длинного тоннеля. Мы можем не видеть конца этого тоннеля, но если крикнуть в него, то через некоторое время мы услышим эхо, возвещающее нам о том, что наш крик отразился от конца тоннеля и вернулся назад в виде эхо. Иногда мы можем услышать множественное эхо, когда сигнал несколько раз отражается от начала и конца тоннеля

(об этом мы вспомним, когда будем рассматривать процесс согласования прибора с кабельной линией).

1.2 Параметры

1.2.1 Волновое сопротивление кабельной линии

Одной из важнейших характеристик кабеля является волновое сопротивление Z_0 . Если кабель исправен и его волновое сопротивление не меняется — сигнал проходит по кабелю без отражений. Если имеет место обрыв, короткое замыкание или иная неоднородность — сигнал отражается полностью, или частично, причем коэффициент отражения определяется следующим образом:

$$K = \frac{Z - Z_0}{Z + Z_0}$$

Где Z — волновое сопротивление в точке неоднородности.

1.2.2 Эквивалентная схема кабельной линии

Любую кабельную линию можно описать в терминах погонных величин: емкости C , индуктивности L , активного сопротивления R и межпроводной проводимости G , как это показано на рис. 2. Таким образом, бесконечный кабель моделируется бесконечной цепью одинаковых малых кусочков единичной длины, имеющих указанные погонные характеристики.

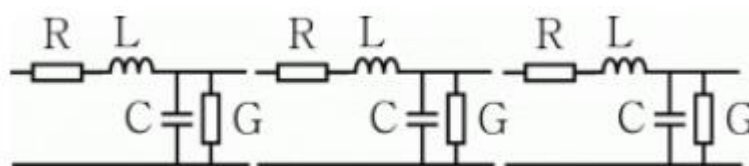


Рисунок 2 – Эквивалентная схема кабельной линии

Известна связь погонных характеристик и волнового сопротивления кабеля:

$$Z_0 = \sqrt{\frac{R+j\omega L}{G+j\omega C}}$$

В области высоких частот, наиболее интересной для импульсной рефлектометрии, формулу можно упростить, так как в этой области $R \ll \omega L$ и $G \ll \omega C$:

$$Z_0 \approx \sqrt{\frac{L}{C}}$$

В точке обрыва ($R=\infty$) коэффициент отражения $K=1$, т.е. имеем полное отражение в виде импульса положительной полярности. В точке короткого замыкания ($G=\infty$) $K=-1$ т.е. возникает такое же отражение, только в виде импульса противоположенной полярности. Что же касается амплитуд импульсов, то они зависят не только от коэффициента отражения, но и от ослабления исходного импульса в кабеле на длине, равной расстоянию от источника импульсов до точки отражения и обратно.

2. РАБОТА С ПРИБОРОМ

Используя зажимы, были проведены измерения волнового сопротивления проводов различных цветов: зеленого, оранжевого, синего и коричневого.

Было выяснено, что рефлектометр позволяет определить разные состояния провода:

- график сопротивления уходит резко вниз – короткое замыкание
- график сопротивления уходит резко вверх – произошёл обрыв провода
- график сопротивления ровный – подсоединенное устройство на конце

При измерении волнового сопротивления на проводе оранжевого цвета график показал резкий уход вниз, значит, на данном проводе мы зафиксировали короткое замыкание. График продемонстрирован на рисунке 3.

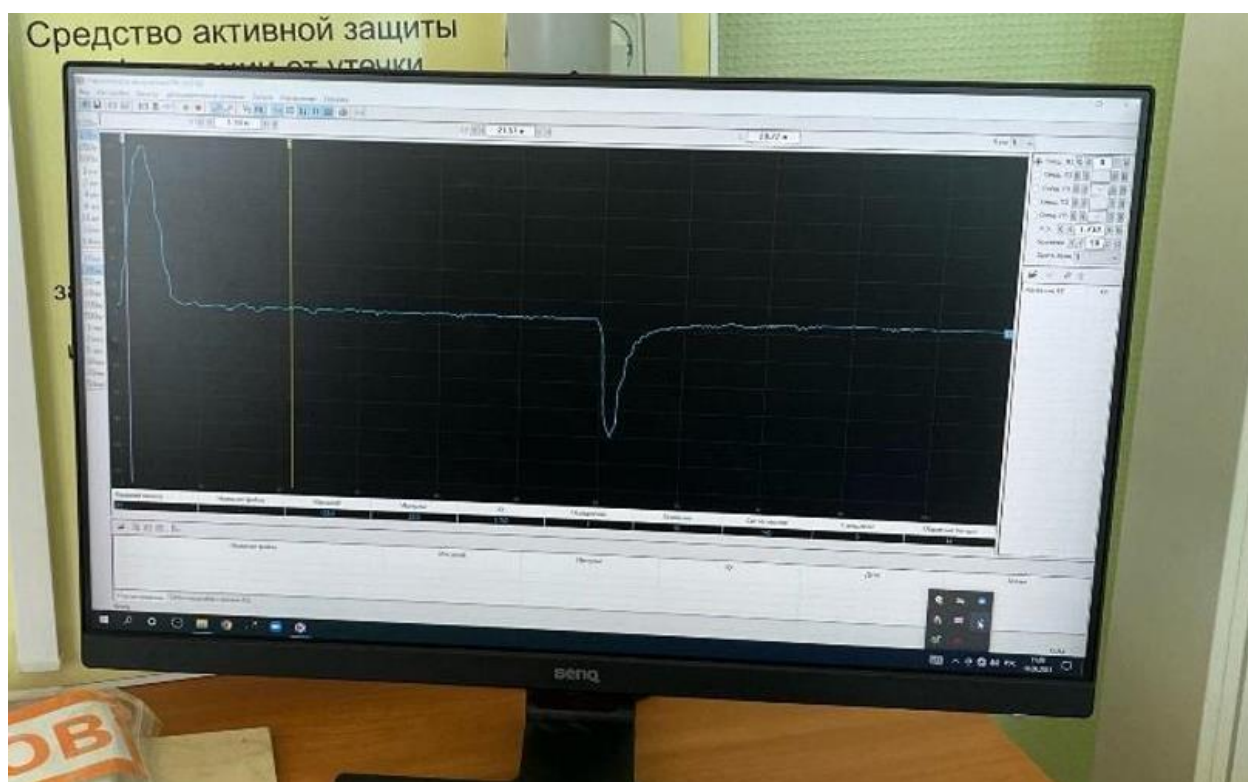


Рисунок 3 – График для провода с коротким замыканием

При измерении волнового сопротивления на проводе коричневого цвета график показал резкий скачок вверх, значит, произошёл обрыв, как показано на рисунке 4.

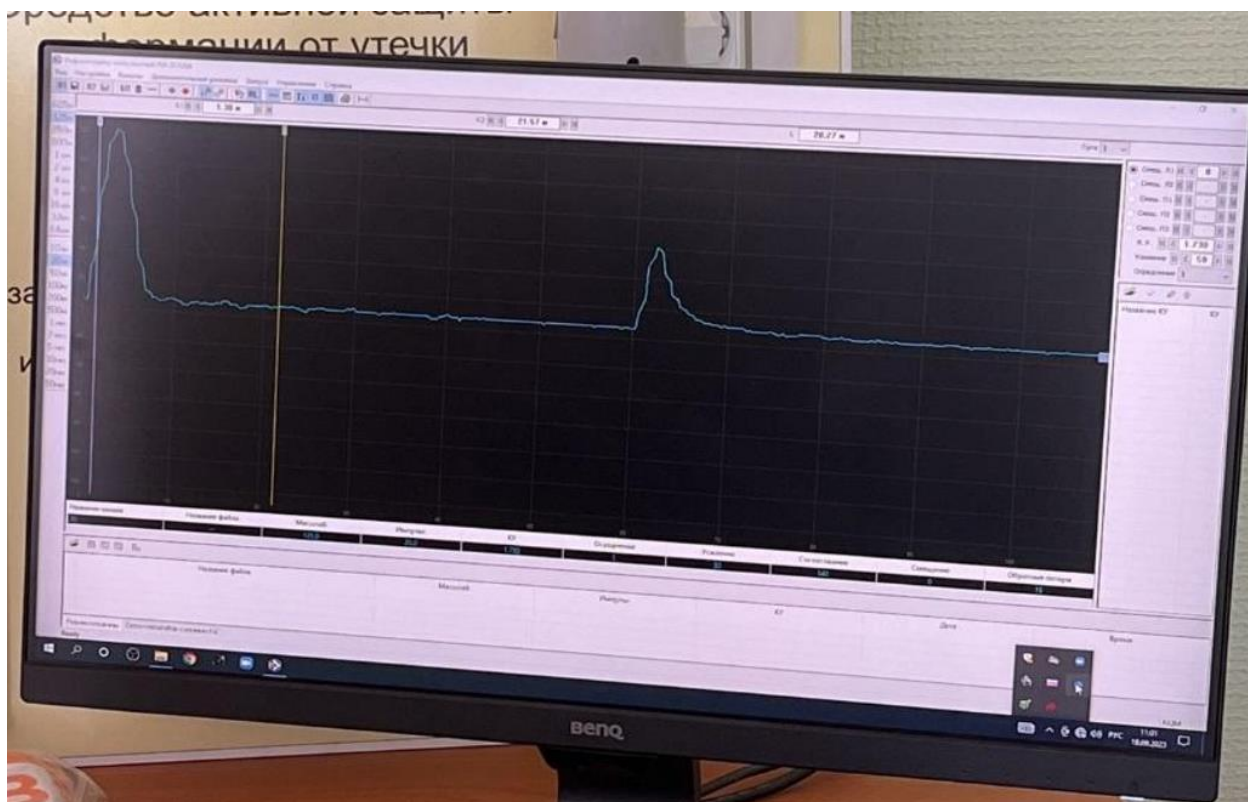


Рисунок 4 – График для провода с обрывом

При измерении волнового сопротивления на синем проводе было определено, что на другом конце кабеля находится подсоединенный резистор.

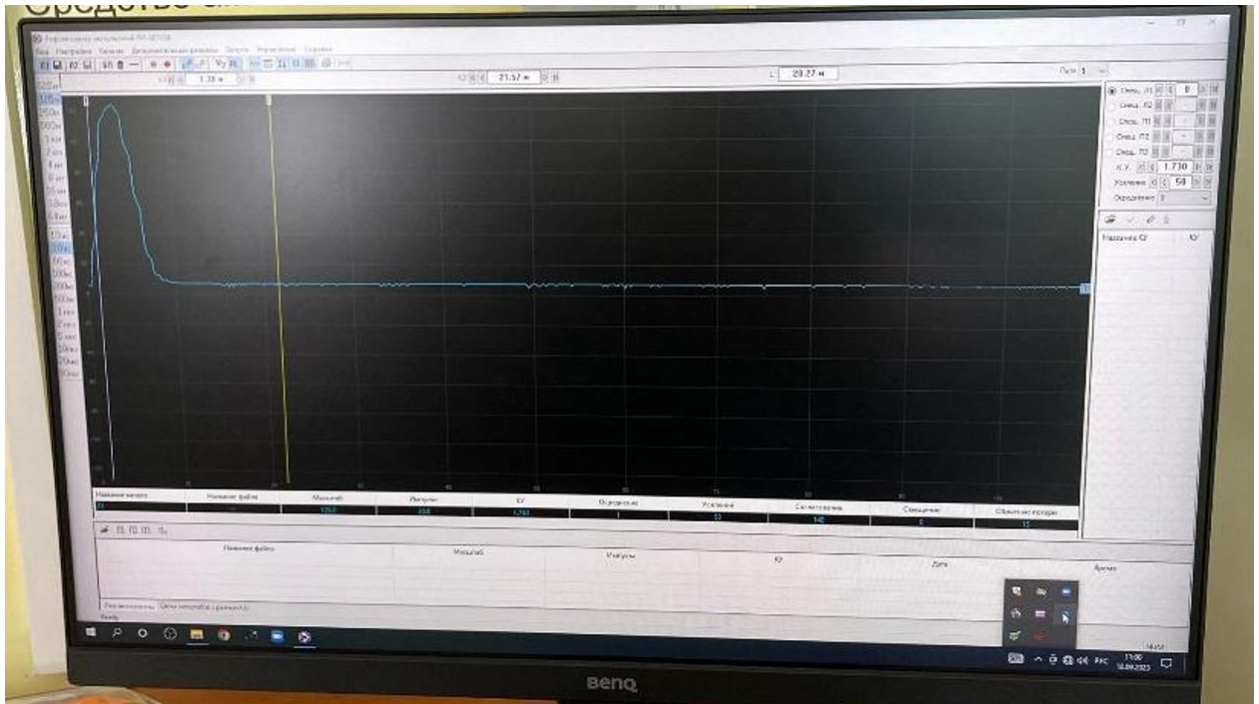


Рисунок 5 – График для провода с подсоединённым резистором

Как показано на рисунке 6, при измерении характеристического сопротивления было обнаружено короткое замыкание на зеленом проводе, за которым последовали три пика. Это значит, что на зеленом проводе есть прослушка.

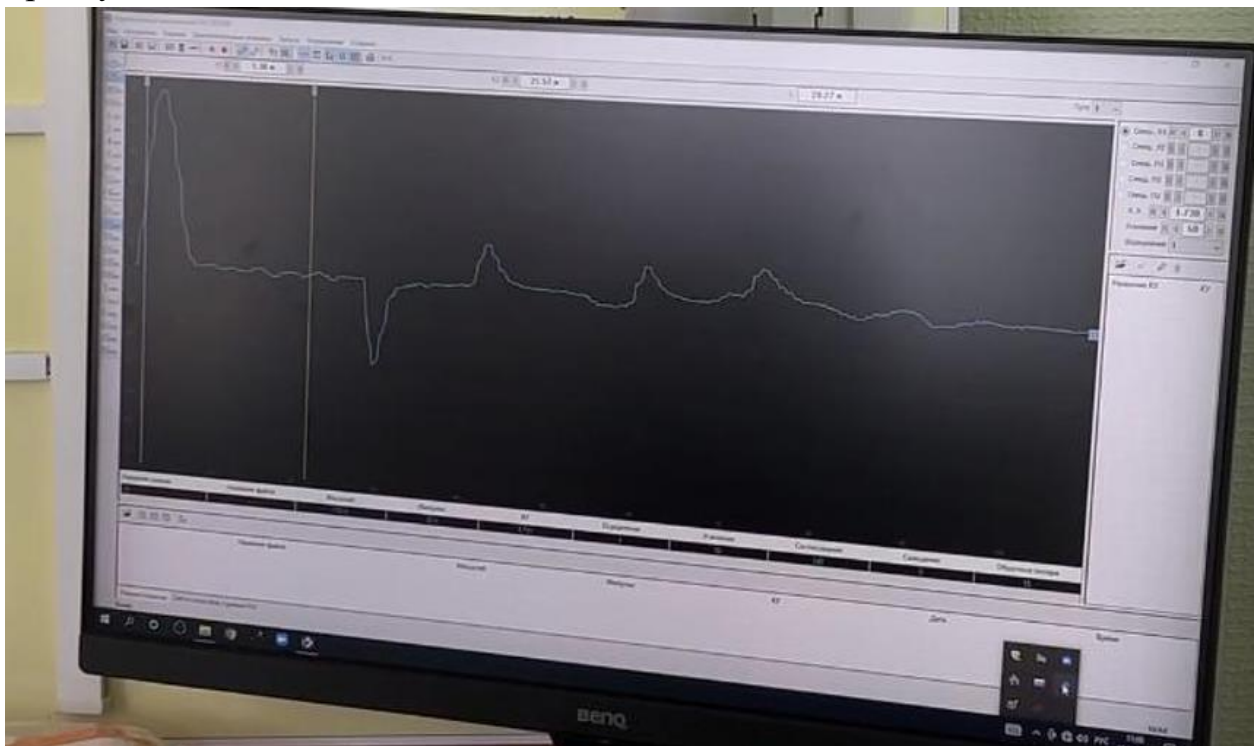


Рисунок 6 – График для провода с прослушкой

3. ВЫВОД

Мы изучили принцип работы рефлектометра и применили его для анализа кабелей в лаборатории. Этот инструмент позволяет выявить кабельные соединения, которые могут представлять угрозу несанкционированного доступа и перехвата информации. Рефлектометры также полезны, помогая персоналу обнаружить повреждение кабеля при диагностике.