

Федеральное агентство по образованию  
Томский политехнический университет

УТВЕРЖДАЮ  
Декан ФТФ  
\_\_\_\_\_ В.И. Бойко  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_

## Лабораторная работа №1

### Исследование систем телеизмерения

Методическое указание к выполнению лабораторной работы по дисциплине  
«Основы телеуправления и телеконтроля» для студентов ФТФ специальности  
140306.

Томск - 2006

## Содержание

Содержание .....	2
1 Цель работы .....	3
2 Содержание работы .....	3
2.1 Исследование простейшей системы телеизмерения напряжения .....	3
2.2 Исследование системы телеизмерения с дифференциальной линией связи .....	4
2.3 Исследование системы телеизмерения напряжения с токовым сигналом в линии связи .....	6
2.4 Сравнить между собой исследованные системы телеизмерения напряжения .....	7
3 Содержание отчёта .....	7
4 Контрольные вопросы .....	8
Перечень источников .....	9

## 1 Цель работы

Исследование систем телеизмерения и влияния параметров линии связи и помех на характеристики передаваемого сигнала.

## 2 Содержание работы

В ходе работы моделируются системы телеизмерения, использующие для передачи информации сигналы напряжения и тока. Оценивается влияние параметров линии связи и помех на характеристики передаваемого сигнала. Работа выполняется в среде пакета схемотехнического моделирования Electronics Workbench 5.12.

### 2.1 Исследование простейшей системы телеизмерения напряжения

1. Запустить Electronics Workbench, набрав командную строку `c:\program files\ewb\wewb32.exe`.
2. Собрать в пакете Electronics Workbench простейшую модель системы телеизмерения, которая представлена на рис. 1.

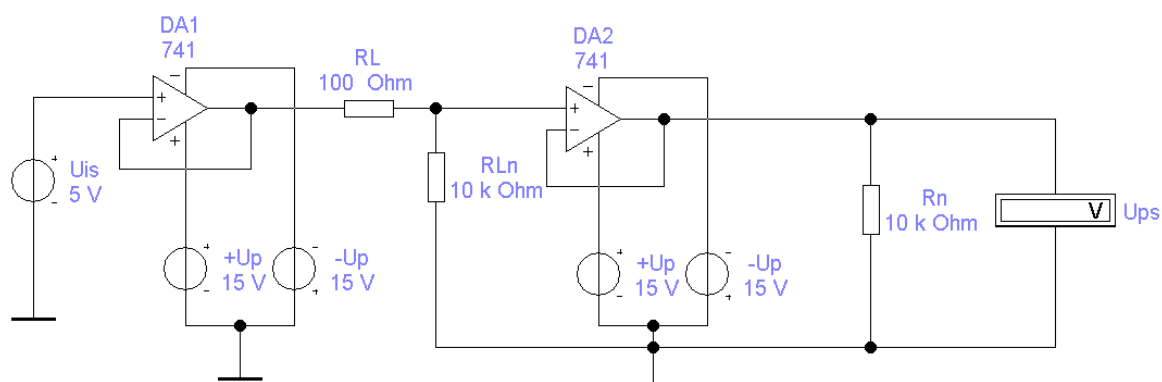


Рис. 1. Простейшая модель системы телеизмерения напряжения

На рис. 1 источник напряжения  $U_{is}$  является источником сообщения, каскад на операционном усилителе DA1 [1, 2] – передатчиком сигнала, сопротивление  $R_L$  - линией связи, каскад на операционном усилителе DA2 – приемником, сопротивление  $R_{Ln}$  - сопротивлением нагрузки линии связи, сопротивление  $R_n$  - приемником сообщения.

3. Для схемы рис. 1 произвести исследование влияния сопротивления линии связи на погрешность телеизмерения напряжения  $U_{is}$ , заполнить табл. 1.

Табл. 1

Сопротивление $R_L$ , Ом	Погрешность $\delta$ телеизмерения $U_{is}$ , %
100	
50	
500	
1000	

Сделать вывод о влиянии изменения сопротивления линии связи на точность моделируемой системы телеизмерения. Определить допустимый диапазон изменения сопротивления  $R_L$  и границы применимости использованного метода телеизмерений.

4. Оценить степень влияния помехи [3] в линии связи на точность передачи сигнала. Для этого в пакете Electronics Workbench собрать схему, представленную на рис. 2.

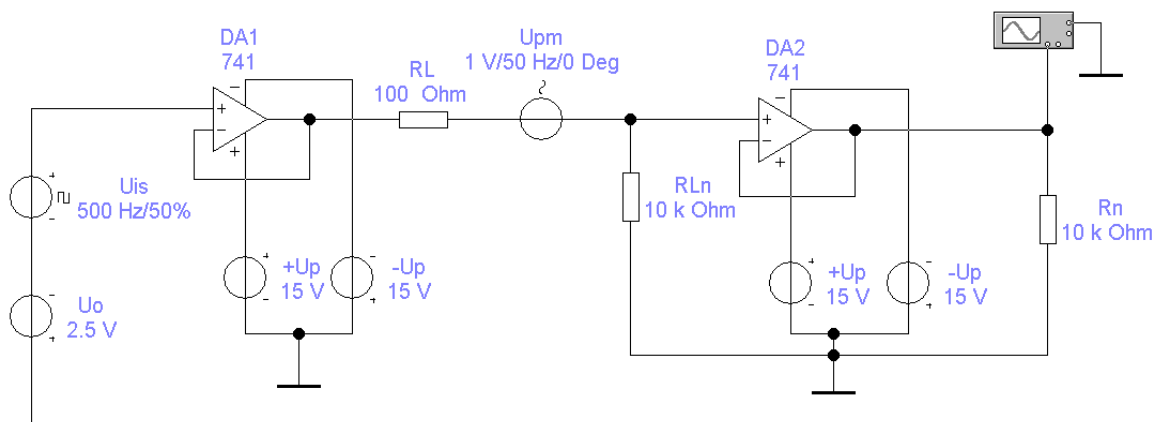


Рис. 2

На рис. 2 напряжение источника  $U_{is} = 5\text{В}$ .

Зарисовать осциллограммы напряжения на выходе приемника при значениях напряжения  $U_{pm}$ : 0В, 1В, 5В и сравнить их. Какие искажения вносит помеха  $U_{pm}$  в сигнал на выходе приемника?

## 2.2 Исследование системы телеизмерения с дифференциальной линией связи

Для повышения помехоустойчивости систем телеизмерения часто используют дифференциальные передатчики сигналов и дифференциальные усилители. Произведем исследование данной системы.

1. Собрать в пакете Electronics Workbench схему модели системы телеизмерения с дифференциальной линией связи, представленной на рис. 3.

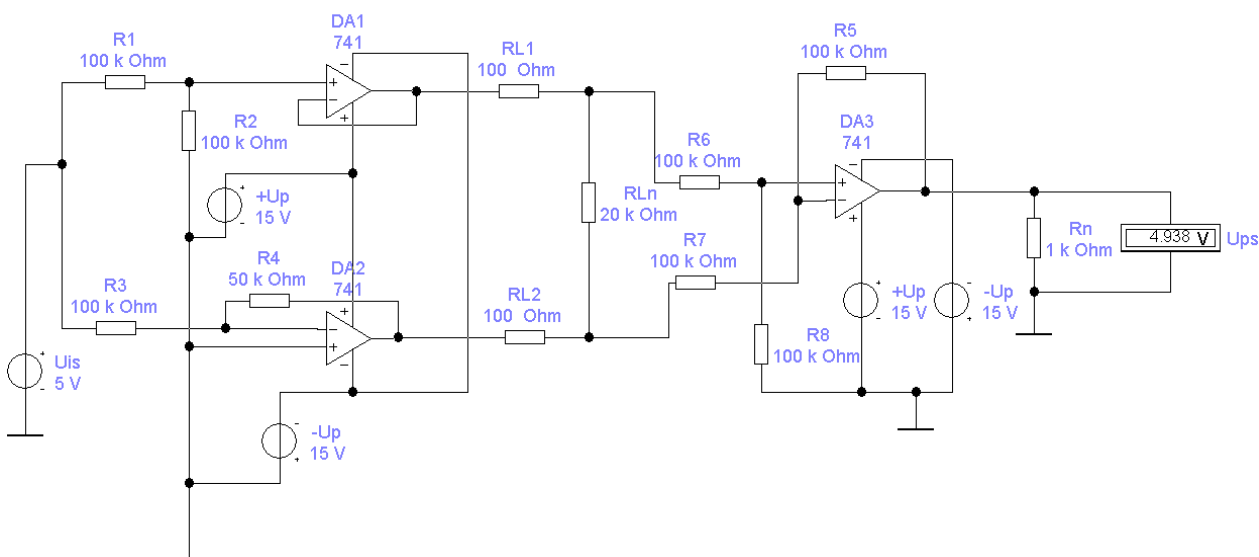


Рис. 3 Модель системы телеизмерения напряжения с дифференциальной линией связи

На рис. 3 дифференциальный передатчик выполнен на двух операционных усилителях DA1, DA2 и сопротивлениях R1 ... R4. Дифференциальная линия связи представляет из себя два сопротивления RL1 и RL2. Дифференциальный приемник

(дифференциальный усилитель) выполнен на операционном усилителе DA3 и сопротивлениях R5 ... R8. Нагрузкой линии связи является сопротивление RLn.

2. Для схемы (рис. 3) произвести исследование влияния сопротивлений линии связи на погрешность телеизмерения напряжения  $U_{is}$ , заполнить табл. 2.

Табл. 2

Сопротивление RL1, Ом	Сопротивление RL2, Ом	Погрешность $\delta$ телеизмерения $U_{is}$ , %
100	100	
50	100	
500	500	
1000	1000	

Сделать вывод о влиянии изменения сопротивления линии связи на точность моделируемой системы телеизмерения. Определить допустимый диапазон изменения сопротивления RL1(2) и границы применимости использованного метода телеизмерений.

3. Оценить степень влияния синфазной и дифференциальной помехи [3] на точность передачи сигнала. Для этого в пакете Electronics Workbench собрать схему, представленную на рис. 4.

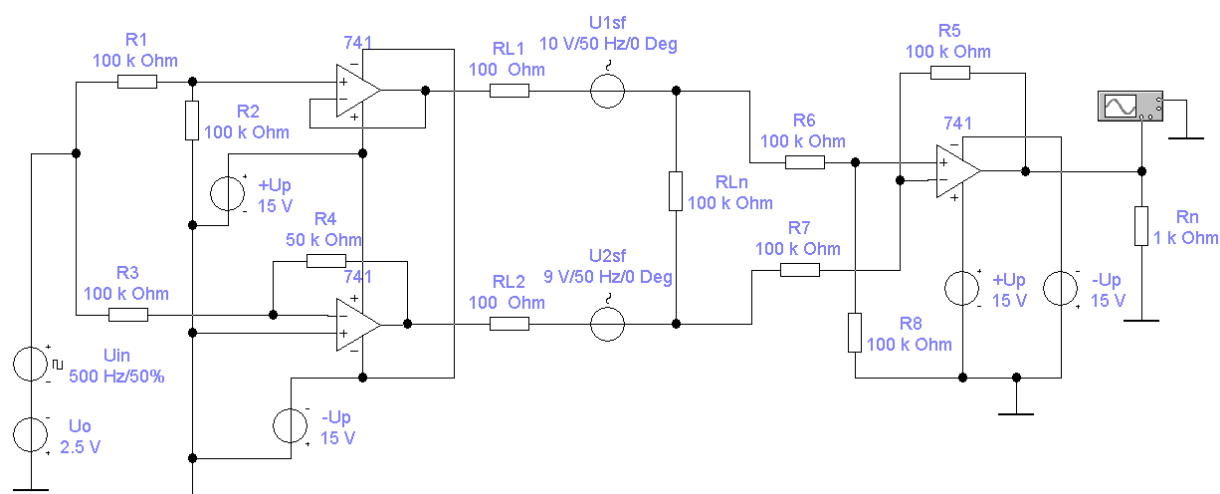


Рис. 4

На рис. 4 напряжение источника  $U_{is} = 5\text{В}$ .

Зарисовать осциллограммы напряжения на выходе приемника при значениях напряжения:  $U_{1sf} = 0, U_{2sf} = 0$ ;  $U_{1sf} = 10\text{В}, U_{2sf} = 10\text{В}$ ;  $U_{1sf} = 10\text{В}, U_{2sf} = 9\text{В}$ . Сравнить осциллограммы. Пояснить, в каком случае будет присутствовать дифференциальная помеха, указать напряжение данной помехи. Какие искажения вносят синфазная и дифференциальная помехи в сигнал на выходе приемника?

### 2.3 Исследование системы телеизмерения напряжения с токовым сигналом в линии связи

Для повышения точности передачи сигналов по длинным линиям часто применяют простой прием – в качестве носителя информации используют постоянный ток. Это позволяет скомпенсировать влияние сопротивления линии связи на передаваемый сигнал. Проведем исследование системы телеизмерения напряжения с токовым сигналом в линии связи. Для этого выполним следующие действия.

1. Собрать схему в пакете Electronics Workbench, представленную на рис. 5.

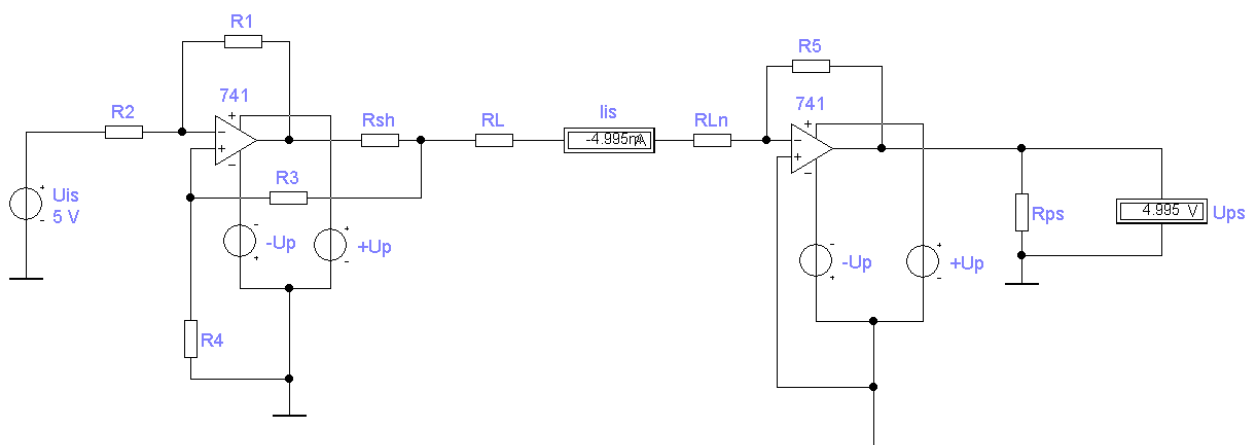


Рис. 5 Модель системы телеизмерения напряжения с токовым сигналом в линии связи

В схеме на рис. 5 источник напряжения  $U_{is}$  является источником сообщения, преобразователь напряжение-ток [1, 2], выполненный на операционном усилителе DA1 с цепями обратных связей R1, R2, R3, R4 и датчиком тока Rsh является передатчиком сигнала, преобразователь ток-напряжение [1, 2], выполненный на операционном усилителе DA2 с цепью обратной связи R5, RLn (сопротивление нагрузки линии связи) является приемником сигнала. Сопротивление Rps является приемником сообщения.

2. Рассчитать величины сопротивлений R1, R2, R3, R4, Rsh [1, 2] для постоянного тока с диапазоном:  $-5 \dots +5$  мА (напряжение источника  $U_{is}$ :  $-5 \dots +5$ В, напряжение питания операционных усилителей:  $\pm 15$ В), при сопротивлении линии связи:  $0 \dots 1$ кОм и нелинейности шкалы не более 0.5%. При этом погрешность телеизмерения не должна превышать 0.5%.

3. Для схемы рис. 5 произвести исследование влияния сопротивления линии связи на погрешность телеизмерения напряжения  $U_{is}$ , заполнить табл. 3.

Табл. 3

Сопротивление RL, Ом	Погрешность $\delta$ телеизмерения $U_{is}$ , %
0	
50	
100	
500	
1000	
5000	

Сделать вывод о влиянии изменения сопротивления линии связи на точность моделируемой системы телеизмерения. Определить допустимый диапазон изменения

сопротивления  $R_L$  и границы применимости использованного метода снижения погрешности телеизмерений.

4. Оценить степень влияния помехи в линии связи на точность передачи сигнала. Для этого в пакете Electronics Workbench собрать схему, представленную на рис. 6.

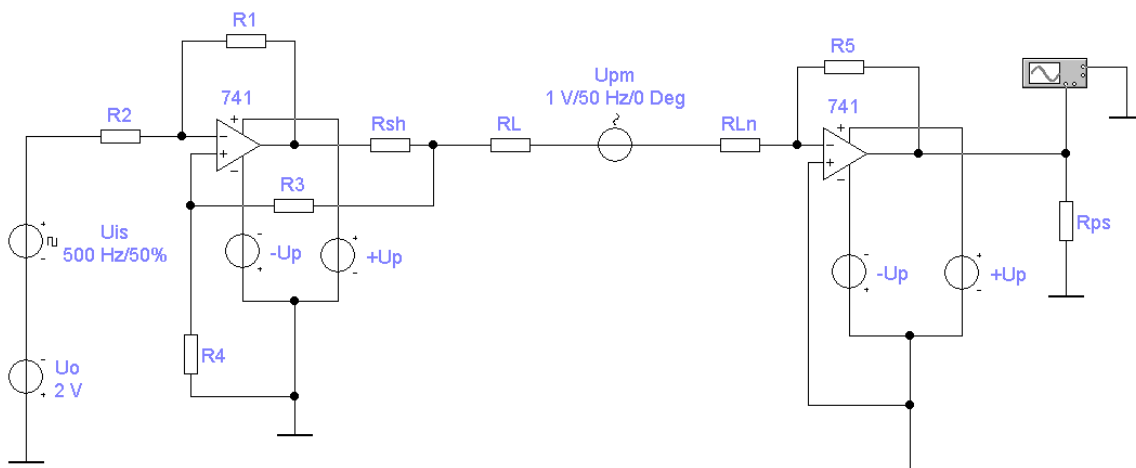


Рис. 6

На рис. 6 напряжение источника  $U_{is} = 4\text{В}$ .

Зарисовать осциллограммы напряжения на выходе приемника при значениях напряжения  $U_{pm} : 0\text{В}, 1\text{В}, 5\text{В}, 10\text{В}$  и сравнить их. Какие искажения вносит помеха  $U_{pm}$  в сигнал на выходе приемника?

## 2.4 Сравнить между собой исследованные системы телеизмерения напряжения

### 3 Содержание отчёта

После выполнения работы необходимо оформить отчет, который должен содержать:

- титульный лист;
- цель работы;
- схемы моделируемых систем;
- заполненные таблицы;
- все проделанные расчеты;
- выводы.

#### **4 Контрольные вопросы**

1. Влияние сопротивления линии связи на точность системы телеизмерения.
2. Методы компенсации влияния сопротивления линии связи на точность передачи сигналов.
3. Преимущества дифференциальной линии связи.
4. Принципы и схемы формирования дифференциального сигнала.
5. Понятие синфазной помехи.
6. Понятие дифференциальной помехи.
7. Степень влияния синфазной и дифференциальной помехи на точность передачи сигнала (в схемах с однопроводной и дифференциальной линиями связи).
8. Какие искажения вносят синфазная и дифференциальная помехи в сигнал на выходе приемника (в схемах с однопроводной и дифференциальной линиями связи)?
9. Принципы и схемы формирования токового сигнала в линии связи.
10. Принцип компенсации влияния сопротивления линии связи на точность системы телеизмерения с токовым сигналом в линии связи.
11. Чем определяется допустимый диапазон изменения сопротивления линии связи в системе телеизмерения с токовым сигналом?
12. Какие искажения вносит помеха в сигнал на выходе приемника?



### **Перечень источников**

1. Гусев В. Г., Гусев Ю. М. Электроника: Учеб. Пособие для приборостроит. спец. вузов. – 2-е изд., перераб. И доп. – М.: Высш. шк. 1991. – 622 с.: ил.
2. Хоровиц П. Хилл У. Искусство схемотехники: В 3-х томах: Т. 1. Пер. с англ. – 4-е изд. Перераб. И доп. – М.: Мир, 1993. – 413 с., ил.
3. Тутевич В.Н. Телемеханика. Учебное пособие для ВУЗов.- 2-е изд. перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 1985.