

«
(. . » . .)

« () » « »
«_» _____ 20__ . «_» _____ 20__ .

« »
:

15.02.14

_____ () _____

2018 .

. . .

«

. »

2- ,

15.02.14

().

СОДЕРЖАНИЕ

.....	3
.....	4
-	5
-	7
-	9
.....	35

Цель лабораторно-практических занятий

« »

:

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

01.

02.

03.

04.

05.

06.

07.

08.

09.

10.

11.

2.1.

ПК 2.2. Осуществлять монтаж и наладку модели элементов систем автоматизации на основе разработанной технической документацию.

. . .

—

—

,

;

—

;

—

,

;

—

,

,

,

;

—

,

,

,

.

1:

: «

»

:

-3

- 24

-3

(. 1.1,).

()

U,

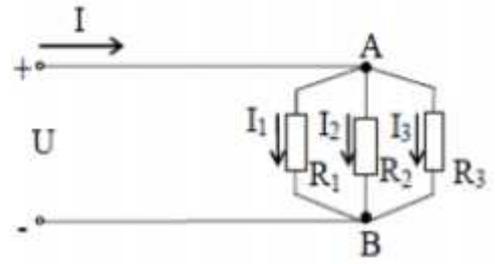
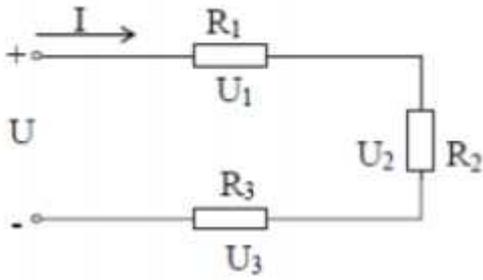
$$U = U_1 + U_2 + U_3 = IR_1 + IR_2 + IR_3 = I(R_1 + R_2 + R_3) = IR,$$

$$R = R_1 + R_2 + R_3$$

$$U_1 : U_2 : U_3 = IR_1 : IR_2 : IR_3 = R_1 : R_2 : R_3,$$

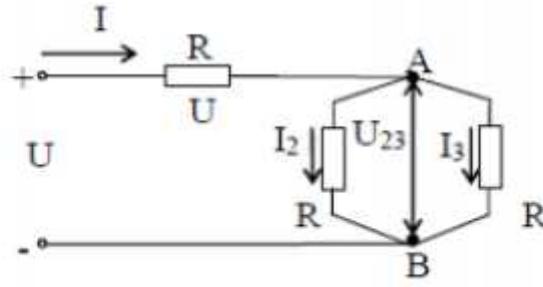
$$= I^2 R_1 + I^2 R_2 + I^2 R_3 = IU_1 + IU_2 + IU_3 = UI.$$

$$1 : 2 : 3 = R_1 : R_2 : R_3,$$



a)

b)



b)

. 1.1.

-
-
-

;

, - (.1.1,).

$$I_1 = U/R_1 = UG_1, I_2 = U/R_2 = UG_2, I_3 = U/R_3 = UG_3,$$

$$G_1 = 1/R_1, G_2 = 1/R_2, G_3 = 1/R_3,$$

$$I_1:I_2:I_3 = (1/R_1):(1/R_2):(1/R_3) = G_1:G_2:G_3.$$

$$I = I_1 + I_2 + I_3 = U/R_1 + U/R_2 + U/R_3 = U(1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3) = U \cdot 1/R,$$

$$1/R = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3,$$

$$I = U (G_1 + G_2 + G_3) = UG,$$

$$G = G_1 + G_2 + G_3$$

$$R = 1/G$$

$$= I_1 + I_2 + I_3 = U^2 G_1 + U^2 G_2 + U^2 G_3 = UI_1 + UI_2 + UI_3 = UI.$$

$$P_1:P_2:P_3 = G_1:G_2:G_3,$$

... () .

(. 2.1,) .

. 2.1. ,

$$\dots 1/R_{23} = 1/R_2 + 1/R_3,$$

$$R = R_1 + R_2.$$

$$I_1 = U/R .$$

$R_1,$

$$U_1 = I_1 R_1 .$$

$$U_{23} = I_1 R_{23} \quad U_{23} = U - U_1.$$

$$I_2 = U_{23}/R_2, I_3 = U_{23}/R_3$$

$$P = P_1 + P_2 + P_3 = U_1 I_1 + U_{23} I_2 + U_{23} I_3 = UI.$$

-
1. , , ;
 2. , : ,
 3. $R_1 = 5$, $R_2 = 10$, $R_3 = 15$. (. 1.2,) .

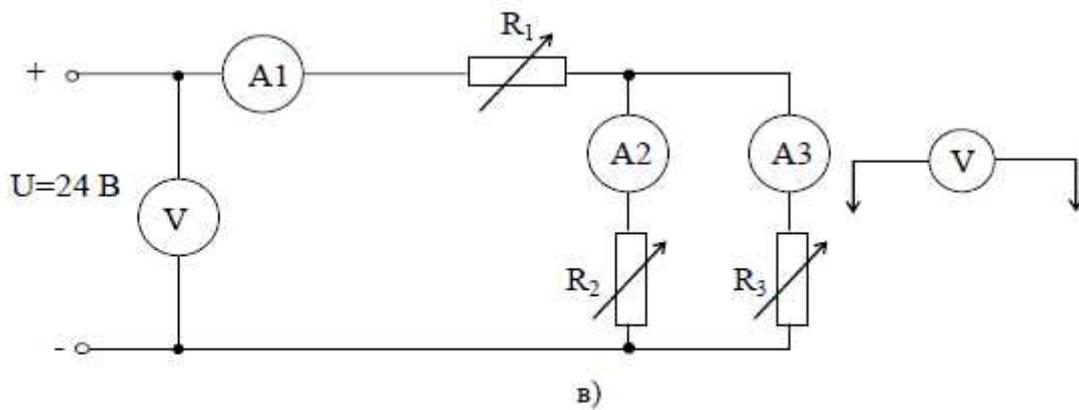
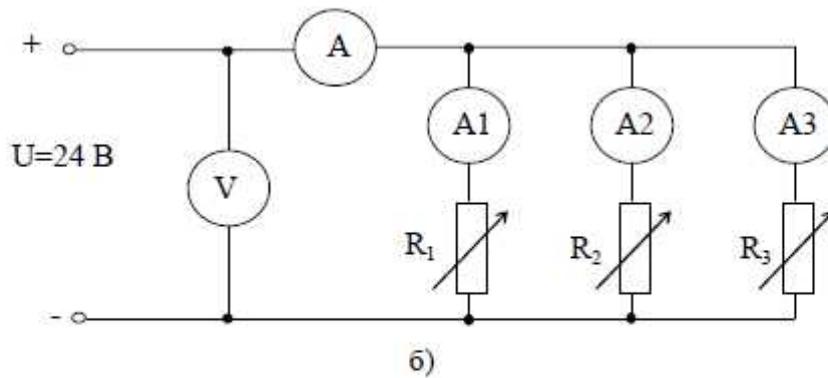
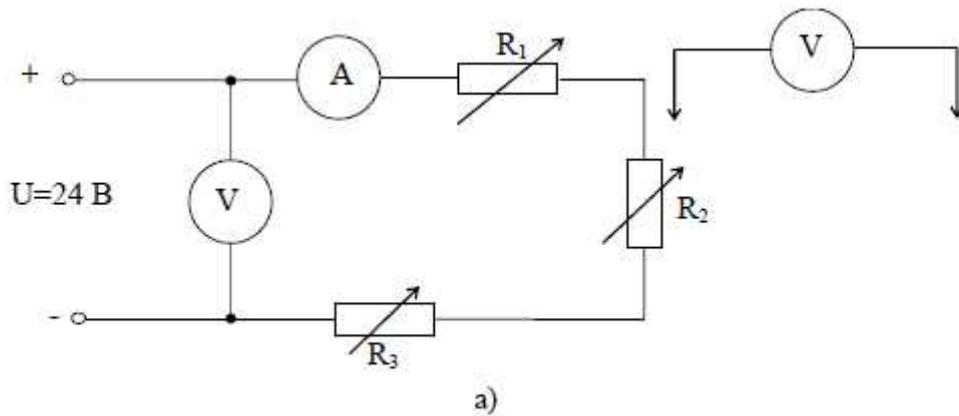


Рис. 1.2. Схемы лабораторной работы для исследований:

-
-
-

4.

$U_1, U_2, U_3;$ I U
: $R_2=R_2=R_3=10$

5.

R $R_1, R_2, R_3;$
 $P_1, P_1, P_3;$ P

$R = R_1 + R_2 + R_3; U = U_1 + U_2 + U_3; P = P_1 + P_2 + P_3; U_1:U_2:U_3 = R_1:R_2:R_3.$

6.

1.1

	U	I	U ₁	U ₂	U ₃	R ₁	R ₂	R ₃	R	P ₁	P ₂	P ₃	P

R_1	R_2	R_3											
$R_1=R_2=R_3$													

7. , :

$R_1 = 3$, $R_2 = 8$, $R_3 = 12$.

8. (. 1.2,)

9. : I_1, I_2, I_3

I ; $R_1 = R_2 = R_3 = 12$.

10. : R_1, R_2, R_3 ;

R ;

P_1, P_2, P_3 ; P,

: $1/R = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3$; $I_1 I_2 I_3 = 1/R_1 1/R_2 1/R_3$;

$I = I_1 + I_2 + I_3$; $P = P_1 + P_2 + P_3$.

11. . 1.2.

1.2

	U	I	I₁	I₂	I₃	R₁	R₂	R₃	R	P₁	P₂	P₃	P
R_1	R_2	R_3											
$R_1=R_2=R_3$													

12. :

$R_1 = 15$, $R_2 = 10$, $R_3 = 5$.

13. (. 1.2,)

14. : I_2, I_3

I_1 ; U_1

; U_1 R_1 ; U_{23}

$R_1 = R_2 = R_3 = 10$.

15. : R_2, R_3 ;

R_1 ;

R ; , 1, 2, 3;

P, :

$R = R_1 + R_{23}$; $I_1 = I_2 + I_3$; $P = P_1 + P_2 + P_3$

16. . 1.3.

1.3

	U	U₁	U₂₃	I₁	I₂	I₃	R₁	R₂	R₃	R	P₁	P₂	P₃	P
R_1	R_2	R_3												

$R_1=R_2=R_3$														
---------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

:

3.

1.

2. (3).

3. , ().

4. (3).

5. .

4.

1.

2. , , ?

3. ?

4. ?

5. ?

6. ?

_____ :

1. , . . / . . , . . , ; :

2. .- : . . « » , 2020. / . . ,

3. « » , 2020. - 400 . /

4. « » , 2019.-192 . / . . , ; :

5. .- : . . « » , 2019. / - :

6. « » , 2019.-192 . / . . , ; :

7. .- : . . « » , 2019. / - :

8. « » , 2019.-192 . / . . , ; :

9. .- : . . « » , 2019. / - :

10. « » , 2019.-192 . / . . , ; :

11. .- : . . « » , 2019. / - :

12. « » , 2019.-192 . / . . , ; :

13. .- : . . « » , 2019. / - :

14. « » , 2019.-192 . / . . , ; :

15. .- : . . « » , 2019. / - :

16. « » , 2019.-192 . / . . , ; :

17. .- : . . « » , 2019. / - :

18. « » , 2019.-192 . / . . , ; :

19. .- : . . « » , 2019. / - :

20. « » , 2019.-192 . / . . , ; :

21. .- : . . « » , 2019. / - :

22. « » , 2019.-192 . / . . , ; :

23. .- : . . « » , 2019. / - :

24. « » , 2019.-192 . / . . , ; :

25. .- : . . « » , 2019. / - :

26. « » , 2019.-192 . / . . , ; :

27. .- : . . « » , 2019. / - :

28. « » , 2019.-192 . / . . , ; :

29. .- : . . « » , 2019. / - :

2.

: « RLC- »

_____ :

:

2

1 (

).

L

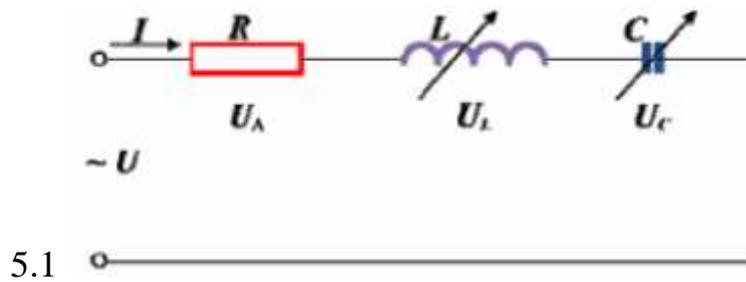
R .

R ,

L

C (. 5.1)

($X_L = X_C$),



5.1

($X_L = X_C$)

$L=1/ C$)

$L=(1/ \overline{LC})_p$

$f=1/2 \overline{LC}=f_p$,

f_p

f_p

R, L, C

(

L, C, f

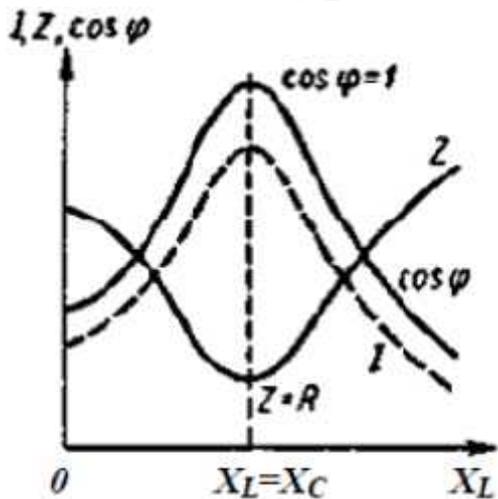
I,

cos

Z

()

. 5.2.



. 5.2

1.

, . . .

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2},$$

$$X_L = X_C.$$

2.

(U = const)

$$I = U/Z = U / \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = U/R$$

3.

$$\cos \phi = R/Z = R/R = 1, \dots$$

U

$$I_H \cos \phi = 1.$$

$$: P = U_H I_H \cos \phi = U_H I_H = S_H.$$

cos

$$I = P / U_H \cos \phi$$

cos

4. $P = RI^2$

$$Q = XI^2 = (X_L - X_C)I^2 : Q = Q_L - Q_C = 0.$$

$$Q_L = Q_C = X_L I^2 = X_C I^2$$

5.

$$U_L = U_C = IX_C = IX_L$$

$$U_R = U.$$

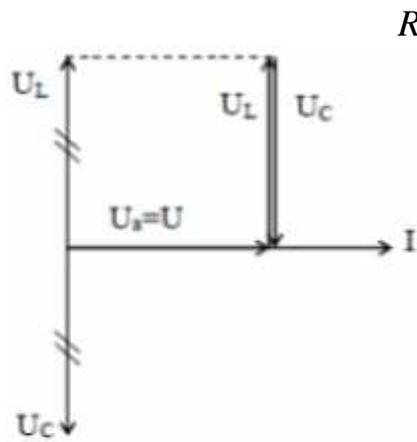


Рис. 5.3

R, L C

.5.3.

(< 0)

R, L C

.5.4

(> 0)

()

()

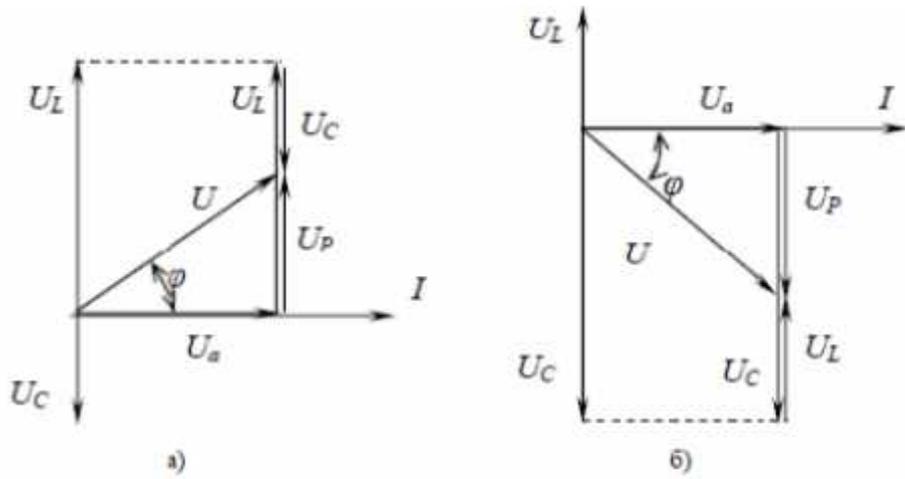


Рис. 5.4

$$U_L = \sqrt{U^2 - U_a^2}$$

$$R = P/I^2, \quad Z = U/I, \quad U_p = |U_L - U_C|$$

1.

IV).

2.

3.

4.

0,

5.

0,

6.

7.

RLC-

20 .

3

7.1.

8,8

7.2.

7.1.

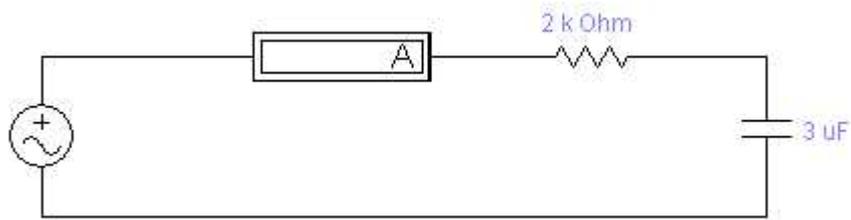
7.2.

7,

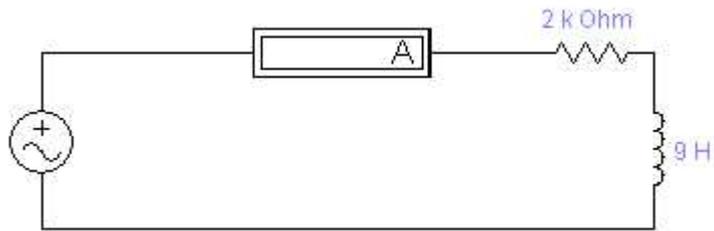
(

7.1

7.2.



.7.1 RC-



.7.2 RL-

7.1

C	R	U	U	UL	I	Xc	Z	I
3	0							
3	2							

7.2

	L	R	U	Uc	UL	I	XL	Z	I
1	8,8	0							
2	8,8	2							
3	1,2	2							

1.

,

2.

1.

;

2.

;

3.

;

4.

- _____:
1. / . . . , . . . , . . . ; « » , 2020.
 2. / . . . , . . . : « » , 2020. – 400 .
 3. / . . . - : « » , 2019.-192 .
 4. / . . . , . . . , . . . ; « » , 2019.
 5. /- : , 1984.-352 .
 6. / . . . , . . . : .- .2- .- / ; , 2021. -571

3:

: « _____ »

_____ :

1.

2.

3.

(

);

)).

_____ :

$I = 1$,

-30 ,

$U = 30$,

$I = 1$;

$U = 30$,

_____ :

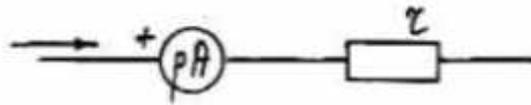


Рисунок 1. Обозначение в схеме

()

(I)

$= I / 100$; (/)

=

(100)

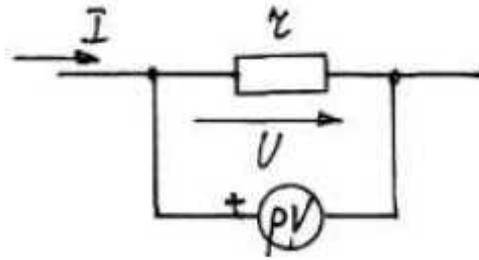
$I = C \times$, .

() ;

« »

« »

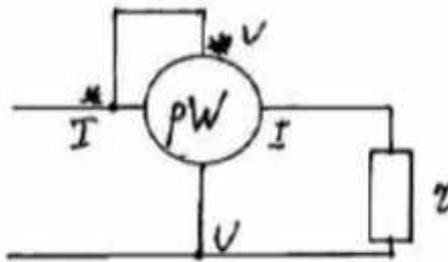
Вольтметр



2.

$$C_v = \frac{U}{I} / 100; \quad (v)$$

$$U = C_v \times I$$



3.

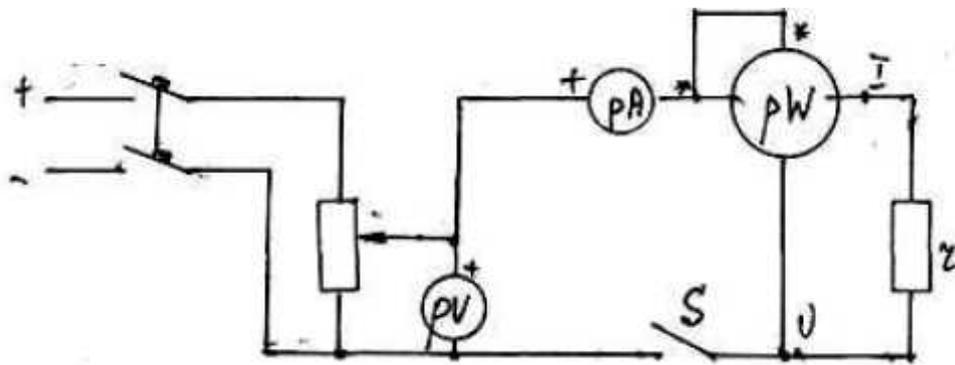
$$(I^*; I)$$

$$(V^*; V)$$

$$C_w = \frac{U_H * H}{U * I} / 150; \quad C_w =$$

4.

1. $= C_v = C_w =$
- 2.



4. $r = 20$
- 3.
4. ,
5. $V = 21$
1. I - .
- «S» (. .).

1.

/					
	V	r	I	E	P
1					
2					

5. , .
6. :
- _____
- _____
- _____
- _____
- _____
- _____

7.

- _____:
1. / . . . , . . . , . . . ; « » , 2020.
 2. / . . . , . . . : « » , 2020. – 400 .
 3. / . . . - : « » , 2019.-192 .
 4. / . . . , . . . ; « » , 2019.
 5. /- : , 1984.-352 .
 6. / ; , 2021. -571

Тема: «Измерение сопротивления прямым и косвенным методами»

_____:

10-6 10+12

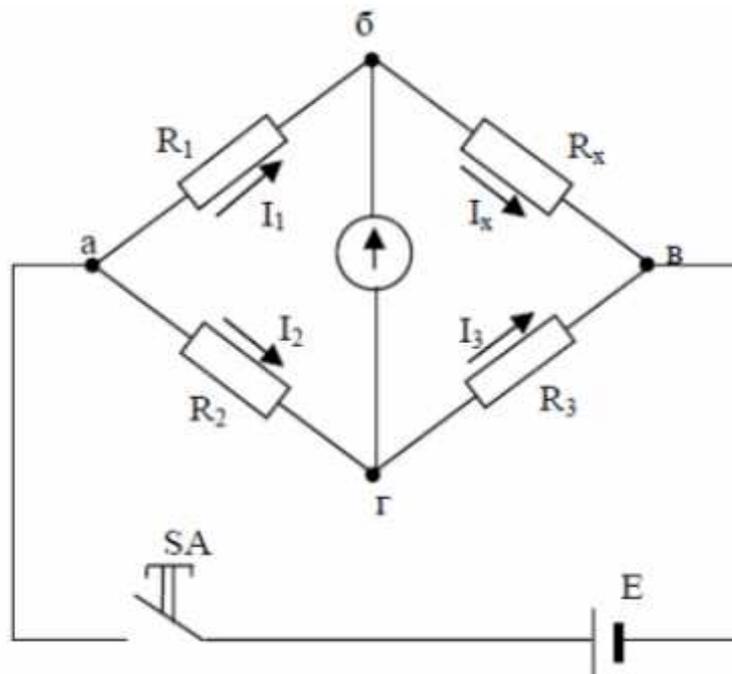
- - 1 ;
- - 1 105 ;
- - 105

1

(3.1).

R_1, R_2, R_3

R



3.1.

$$I_1 R_1 = I_2 R_2 \quad I R = I_3 R_3, \quad (3.1)$$

$$I_1 = I_2 = I_3, \quad R = R_3 + R_1/R_2. \quad (3.2)$$

$$R_3, \quad R_1 \quad R_2 -$$

$5 \cdot 10^4$ (0,05– 5 ; 0,5–50 ; 5–500 ; 0,05
 50–5000 ; 500–50000).

() ,

0,5 50. 2–5 %.

1. ;

2. ;

3. ;

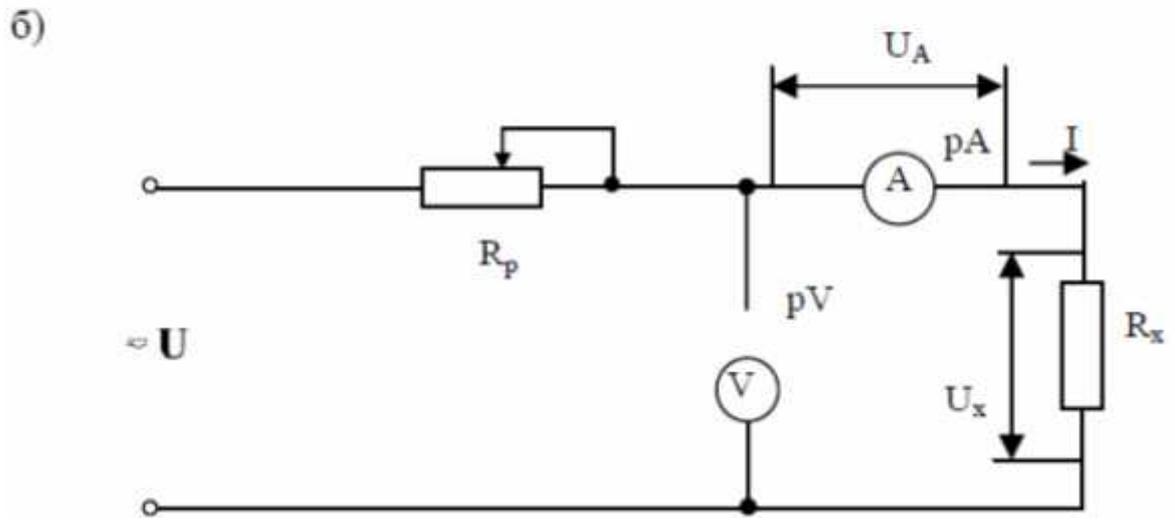
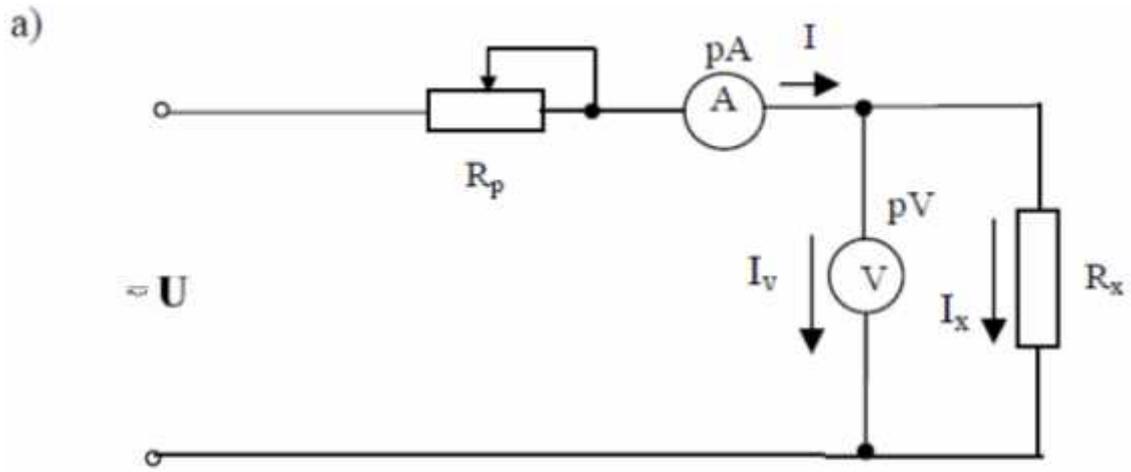
2.

(3.2).

3.2, R ,
 – I,

$$I = I + I_v = U/R + I_v \quad (3.3)$$

$$R_x = U/(I - I_U) = U/(I - U/R_U) \quad (3.4)$$



. 3.2.

— ; — :
 . 3.2, I R_x ,

$$U_U = IR_X + IR_A = U_X + U_A \quad (3.5)$$

$$R_X = U_X / I = (U_U - U_A) / I = U_U / I - R_A \quad (3.6)$$

$$R_X = U / I \quad (3.7)$$

$$R_{X1} = R_X^2 / (R_X - R_U) \quad (3.8)$$

$$R_{X2} = R_A \quad (3.9)$$

$$\eta_1 = (R_X / (R_X - R_U)) \cdot 100\% \quad \eta_2 = (R_A / R_X) \cdot 100\% \quad (3.10)$$

，
，
R_X， R_A R_U。

R 2 ， . 3.2, ， . .
R > 2 ， . 3.2, ， .

3.

(. 3.3,)

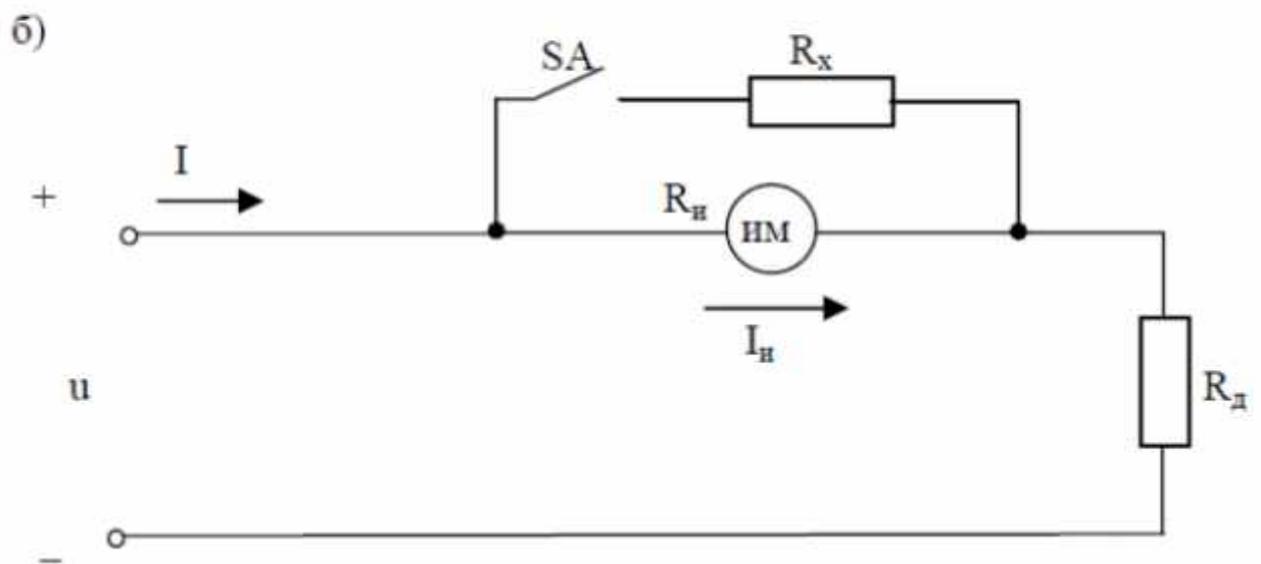
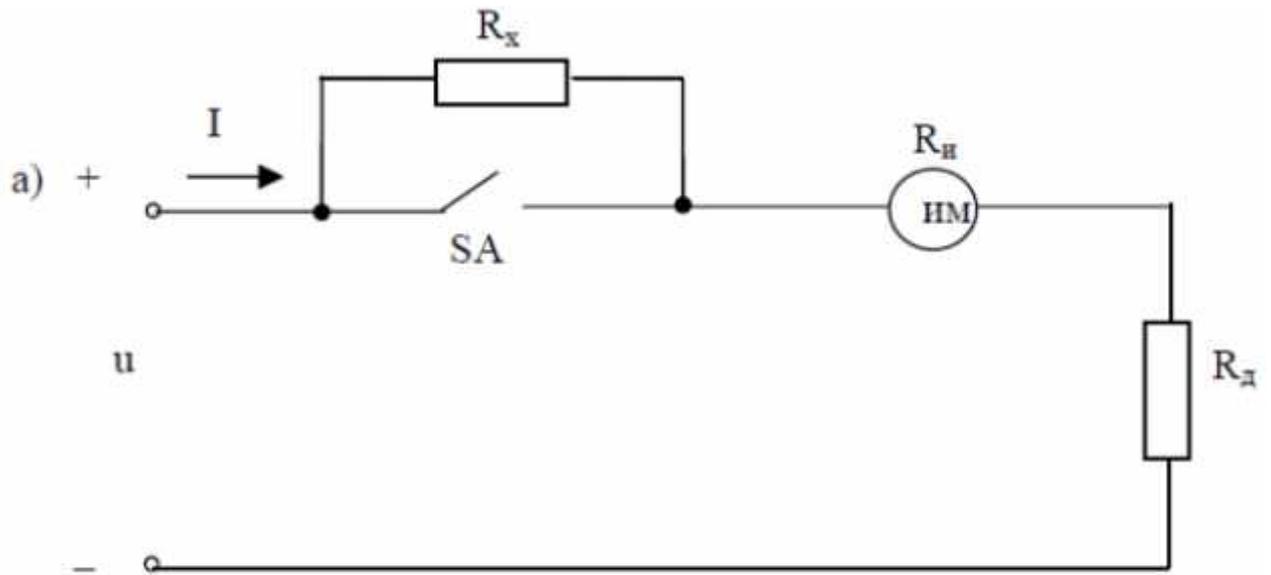
(. 3.3,) -

$$I = U / (R_X + R + R) = C_1 ; I = U / (R + (R_X R) / (R_X + R)) = I_1 \quad (3.11)$$

$$= (U / C_1) \cdot 1 / (R_X + R + R) ; = (U / C_1) \cdot 1 / (R + (R_X R) / (R_X + R)) \quad (3.12)$$

， U/C₁
R_X，
U/C₁。

I ·



. 3.3.

— ; — .
 371.
 : 0–100 ; 0–1000
 ; 0–10000 .
 1,5 . 0–100
 «1,4 »
 , , « » . 1,5.

1. « » .
2. «-» « 1» «-» « 10», «-» « 100» () « »
- 3.

«-» « 100» «-» « 1» «-» « 10»,

(: 0-1000 4100 0 - 500)

1. () () , « ».

2. « ».

3. 120 / .

4. 1000 , 1000 ,

1. ,

2.

3.

371.

4.

-
-
-

(. . . 3.2);

24

5.

R

6.

371

%.

7.

. 3.1.

8.

4100

9.

. 3.2.

3.1

/								
	R_A	R_B	R_C	R				R
					%	%	%	%
1								
2								
3								

3.2.

/							
	-	-	-	-0	-0	-0	
1							
2							
3							

« _____ »

:

().

_____ :

VD.

2

2 (

).

10 -

50 .

2 .

:

(), -

(),

,

.

,

-

.

n-

,

«

»

,

n-

.

-

.

,

()

»

.

7,

:

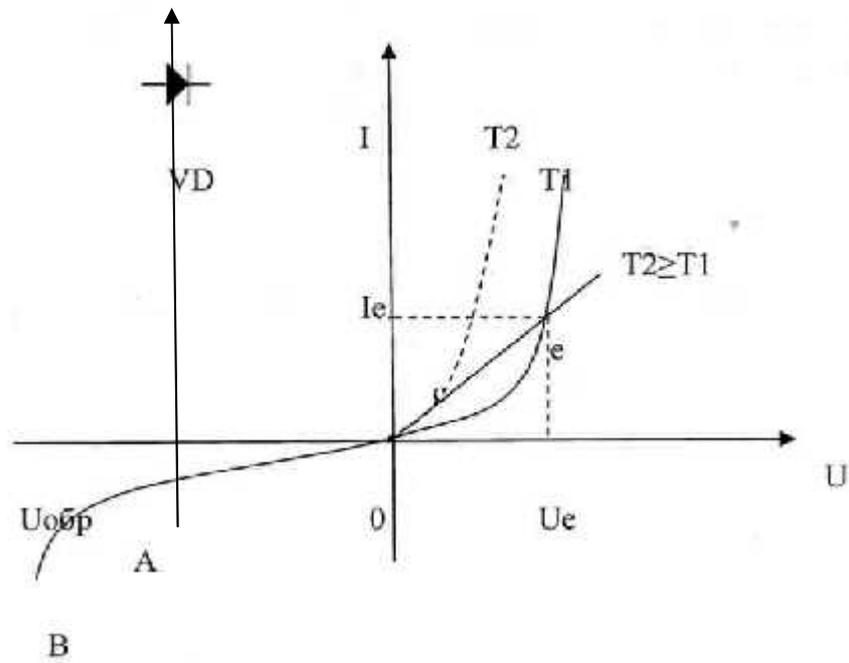
$$I = I (e^{U / \xi_T} - 1)$$

U -

p-n-

; $\xi_T = |T/q$ -

;



.7 -

(I , U). (p-n, I).
 (I).
 p-n-
 I .
 U
 p-n-
 I .

1.

13
 IV).

2.

13.1,

3.

$$I = f(U)$$

S4

«+»,

U 0

$$I = 10 \quad 0,05 \pm 0,1$$

13.1.

4.

5.

».

0 50 .

6.

7.

).

13.1.

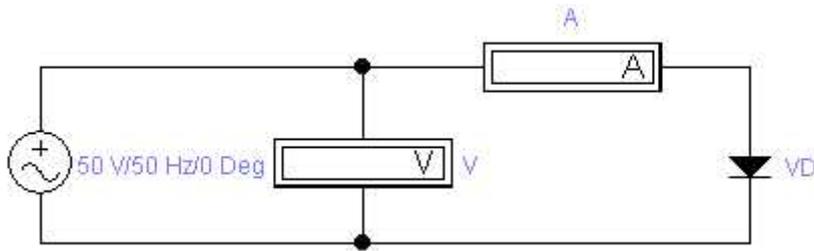
S4

U

$$I = f(U); I = f(U)$$

13.1

U ,	I ,	U ,	I ,



. 13.1

$$I = f(U); I = f(U)$$

1.

2.

3.

4.

5. /- ∴ ,
1984.-352 .
6. , . . . / . . . , . . . ∴
. - .2- . - / ; , 2017. -571

- ;
- ;
- ;
- , ;
- .

- 1 , . . . / . . . , . . . ,
. . . .- ∴ . . . « » , 2020.
2. . . . , . . . « » , 2020.
3. . . . , ∴
. . . .- ∴ . « » , 2020

1. , . . . / . . . , . . .
∴ . . . - ∴
« » , 2019. – 400 .
2. , . . . - / . . .
∴ . . . - ∴
« » , 2019.-192 .
3. . . . ∴ ()- ∴
« » ; - , 2018
4. . . . - ∴
« » , 2018. – 352 .
5. . . . , . . . ∴ lectRon/cs

WoRkbench: 2 /

