

« ( . .) . .»

« ( ) » « »  
«\_» \_\_\_\_\_ 20\_ . «\_» \_\_\_\_\_ 20\_ .

**. 01.01.**

**15.02.14**

( )

, 2020

«

. »

• •

2

3

,

**15.02.14**

( ).





( ) ( ) :

1.1.

1.2.

1.3.

1.4.

01.

02.

03.

04.

05.

06.

07.

---



-  
-  
-

-

,  
;

« ».

- 1) , ± 15 , +24 . 220 , :
- 2) 0...10 , 10...10000 .
- 3) :
  - 0...30 ;
  - 0...5 .
- 4) , .
- 5) :
  - ;
  - ;
  - ;
  - .

:

1.

«U »

20 .

« »

« 1».

2.

3.

SA1.

-

-

4.

SA1.

5.

« ».

-

-

-

-

PV1.

6.

:

-

« » « 1»;

-

(~I);

-

(~U).

7.

8.

SA1.

9.

10.

SA1.

---

,

.

.

.

.

.

,

,

.

.

.

.

,

,

.

,

,

,

.

,

,

,

,

.

,

.

,

.

,

.

,

.

.

10±, 2\* 10± 5\*10±  
,10 ;0.02 ;500 .

(

).

«

».

:

\_\_\_\_\_:

- 1.
- 2.

\_\_\_\_\_ -

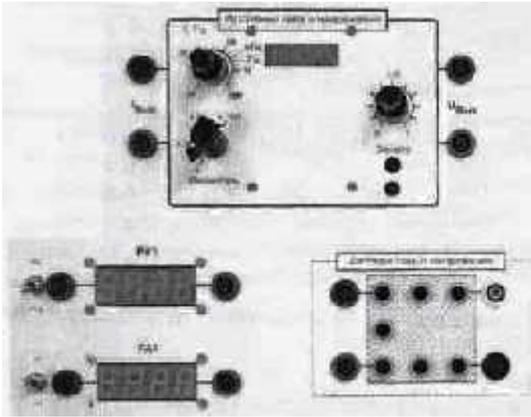
\_\_\_\_\_ -

\_\_\_\_\_ -

\_\_\_\_\_:

: 1.

2.



(

,

,

).

+15 ; -15

I,

\_\_\_\_\_.

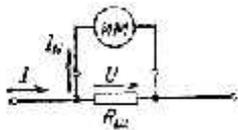
U,

\_\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_



I : U  
 $R = U / I$



. 1.

. 1

$I = I (R_n / (R_n + R_x))$ ,  
 $R_x = R_n (I / I_n - 1)$

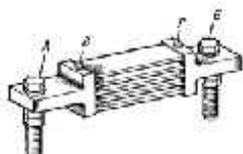
$R_x = R_n / (n - 1)$ ,  
 $n = I / I_n$

( 30 ),

( ) .

. 2

2000



2.

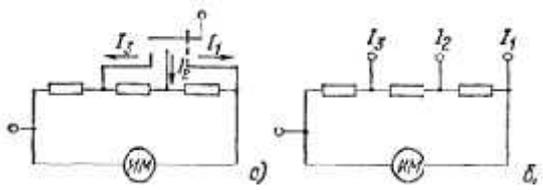


10, 15, 30, 50, 60, 75, 100, 150 300 .

30

. 3, ,

( . 3, )  
( . 3, ).



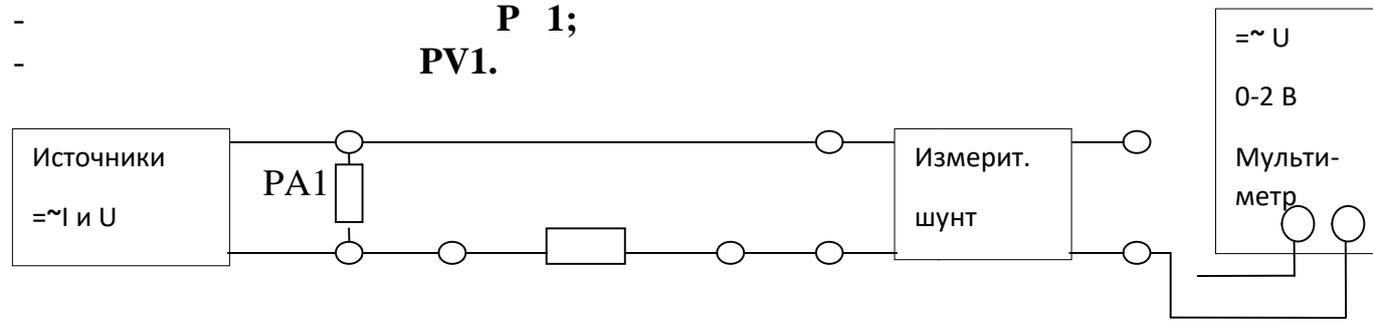
. 3.

: a —

0,02; 0,05; 0,1; 0,2 0,5. ,

- 1.1.
- 1.2.
- «
- 1.3.
- 
- 
- 

« ».  
:  
( I );  
P 1;  
PV1.



- 1.4.
- 1.5.

« » ( =I), . (=U).  
«=>» ( )  
).

1.6. « »

(=U) 2'

1.7. SA1 « ».

1.8.

(=I), .

1.9. :  
- PV1 - U ;  
- P 1 - I ;  
- - U .

1.10. (10 ),

( 0 I . )

U ,										
I ,										
U ,										

( I . 0)

U ,										
I ,										
U ,										

1.11. SA1 « ».

1.12. (U )

(I ), U =f(I )

1.13. . (~I), . (~U).

1.14. « » ( 1).

1.15. ,

(~U) 2' .

1.16. SA1 « ».

1.17. 50 .

1.18.

(~I), .

1.19. :  
- PV1 - U ;  
- P 1 - I ;  
- - U .

1.20. (10 ),

( 0 I . )

U ,										
I ,										



U	,									
( I . 0)										
U	,									
I	,									
U	,									

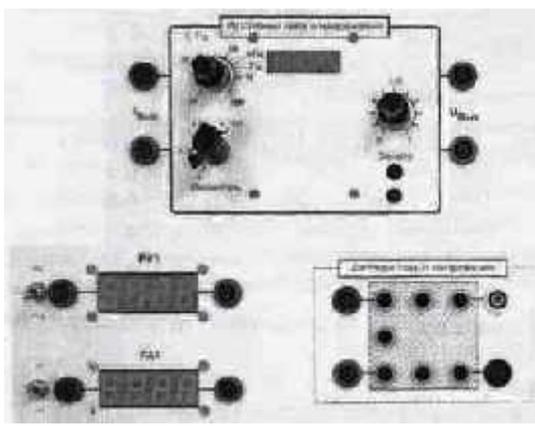
1.21. SA1 “ ».  
 1.22. (U )  
 (I ), U =f(I )

) ;  
 ) ;  
 ) ;  
 ) ;  
 ) .

1. ?  
 2. .

2  
 :  
 :

1.  
 2.  
 : 1.  
 2.



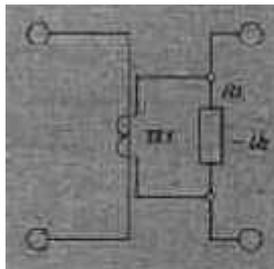
,  
 ,

( , ).

+15 ; -15

TALEMAAC1010,

,	10
	1000:1



( ),  
( ),

( )

1)

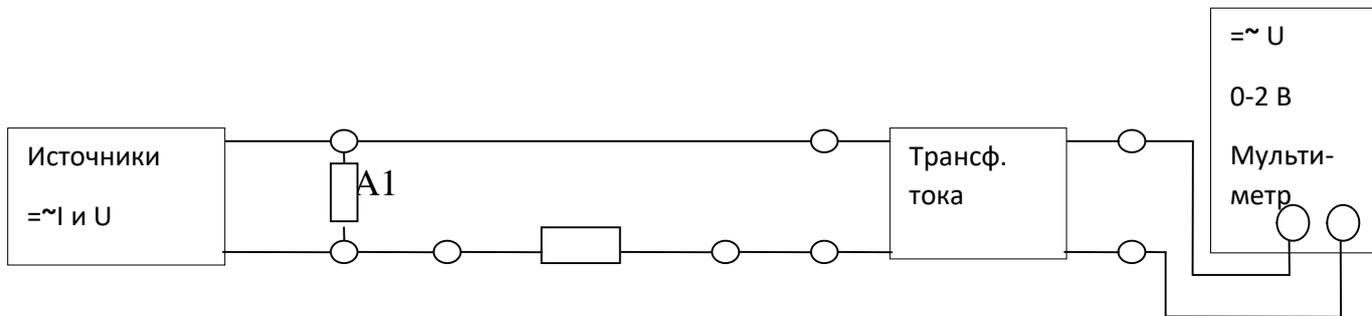
2)

1.1.

1.2.

-  
-  
-

(I);  
P 1;  
PV1.



1.3.

1.4.

1.5.

(~I), . (~U).

( 1).

(~U) 20' .

1.6.

1.7.

1.8.

1.9.

SA1 « ».

50 .

(~I),

:



- PV1 – U ;  
 - P 1 – I ;  
 - U .  
 1.10. (10 ),

( 0 I . )

I ,									
U ,									
U ,									

( I . 0)

I ,									
U ,									
U ,									

1.11. SA1 “ ».

1.12. (U )

(I ), U =f(I )

) ;  
 ) ;  
 ) ;  
 ) ;  
 ) .

1.

?

2.

3

:

:

1.

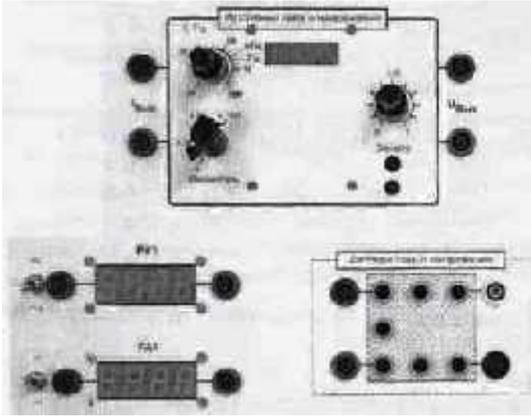
2.

:

1.

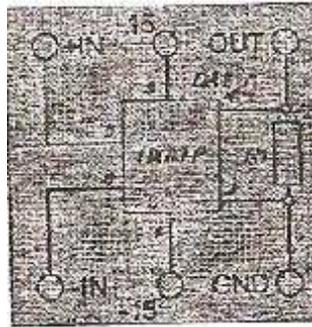
2.





( , , ).

+15 ; -15

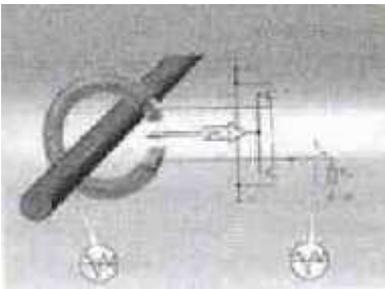


LEMHX-03P,

,	$\pm 15$
,	15
,	4
,	10
, %	1
, %	1

:

$I_p$ ,

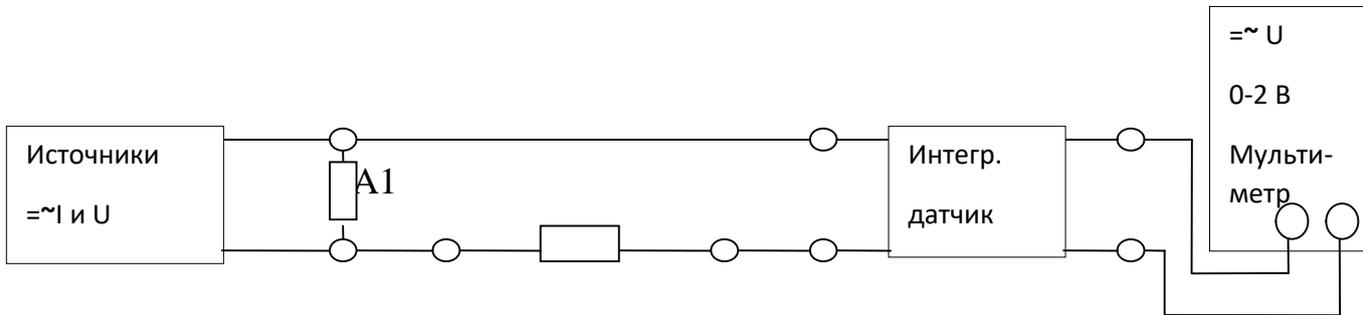


1.1.

« » « ».

1.2.

-  $(I)$ ;  
-  $P_1$ ;  
- **PV1.**



1.3.

1.4.

« »  $(=I),(=U)$ .  
«=>» ( ).

1.5. « »

(=U) 2 .

1.6. SA1 « ».

1.7. (=I), .

1.8. :  
- PV1 - U ;  
- P 1 - I ;  
- U .

1.9. (10 ),  
( 0 I . )

I ,									
U ,									
U ,									

( I . . 0)

I ,									
U ,									
U ,									

1.10. SA1 « ».

1.11. (I ), U =f(I ) (U )

1.12. (~I), . (~U).

1.13. « » ( 1).

1.14. ,

(~U) 2 .

1.15. SA1 « ».

1.16. 50 .

1.17. (~I), .

1.18. :  
- PV1 - U ;  
- P 1 - I ;  
- U .

1.19. (10 ),  
( 0 I . )

I ,									
U ,									
U ,									

( I . 0)



I ,									
U ,									
U ,									

1.20.

SA1 « ».

1.21.

(U )

$$(I ), U = f(I )$$

) ;  
 ) ;  
 ) ;  
 ) ;  
 ) ;

1.

?

2.

?

3.

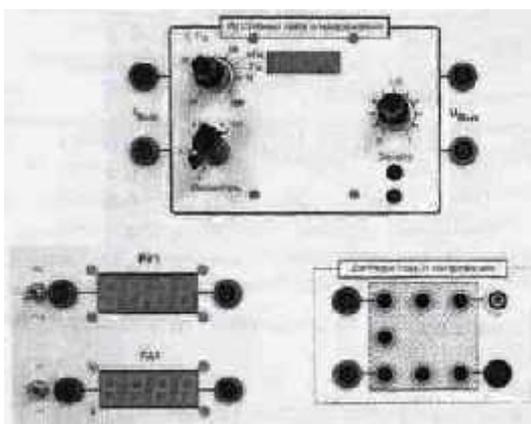
4

1.

2.

1.

2.

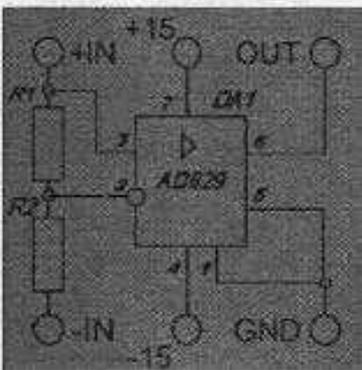


( , ) .

+15 ; -15

10:1,

15 .



$U = \frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2} U_2$

( , ) :

$$U = IR$$

$$\begin{cases} U_1 = IR_1 \\ U_2 = IR_2 \end{cases}$$

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{R_1}{R_2}$$

$U_1 = \frac{R_1}{R_2} U_2$  ,  $U_1 + U_2 = \frac{R_1}{R_2} U_2 + U_2$  ,  $U = \left( \frac{R_1}{R_2} + 1 \right) U_2$

$$U_1 = \frac{R_1}{R_2} U_2 , U_1 + U_2 = \frac{R_1}{R_2} U_2 + U_2 , U = \left( \frac{R_1}{R_2} + 1 \right) U_2$$

...

$$U = \left( \frac{R_1 + R_2}{R_2} \right) U_2$$

$$U_2 = U \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

$R_2$

( 10  
 $U$ .

$$R = R_1 + R_2$$

1.1.

1.2.

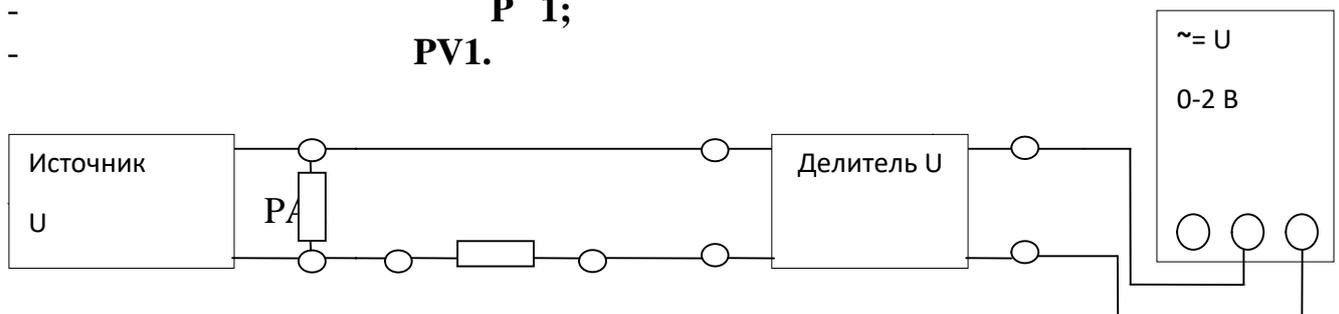
».

1.3.

- «U »;

- P 1;

- PV1.



1.4.  $(=I), (=U).$   
 1.5. « »  $\Leftrightarrow$  (  
 ).

1.6. « »  
 $(=U)$  2' .

1.7. SA1 « ».

1.8.  $(=U)$  .

1.9. :  
 - PV1 - U ;  
 - U .

1.10. (10 ),  
 .  
 ( 0 U . )

U ,									
U ,									

( U . 0)

U ,									
U ,									

1.11. SA1 « ».

1.12. (U ), U =f(U ) (U )

1.13.  $(\sim I), . (\sim U).$

1.14. « » ( 1).

1.15. ,  
 $(\sim U)$  2' .

1.16. SA1 « ».

1.17. 50 .

1.18.  $(\sim U),$  .

1.19. :  
 - PV1 - U ;  
 - U .

1.20. (10 ),  
 .  
 ( 0 U . )

U ,									
U ,									

( U . 0).

U ,									
U ,									

1.21. SA1 « ».



1.22.

(U )

(U ), U =f(U )

) ;  
 ) ;  
 ) ;  
 ) ;  
 ) ;

1.

?

2.

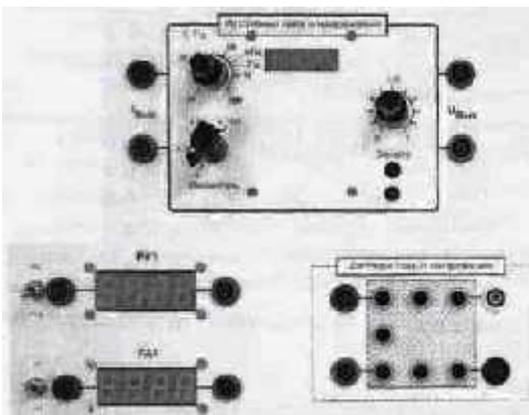
5

1.

2.

1.

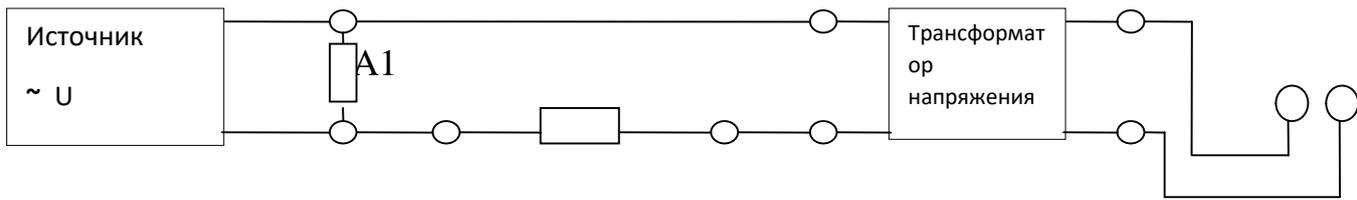
2.





-

### PV1.



1.4.  $(\sim I), (\sim U)$ .

1.5. « » ( 1).

1.6. « »

$(\sim U) \cdot 20$ .

1.7. 50 .

1.8. SA1 « ».

1.9.

$(\sim U)$ ,

1.10. :

- PV1 – U ;

- U .

1.11. (10 ),

( 0 U . )

U ,									
U ,									

( U . 0).

U ,									
U ,									

1.12. SA1 « ».

1.13. (U ) (U )

$(U ), U = f(U )$

:

) ;

) ;

) ;

) ;

) .

:

1.

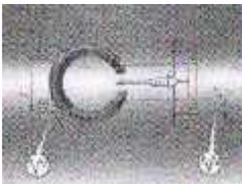
?

2.

.



	2500:1000
	100...190
, %	0,8
, %	0,2

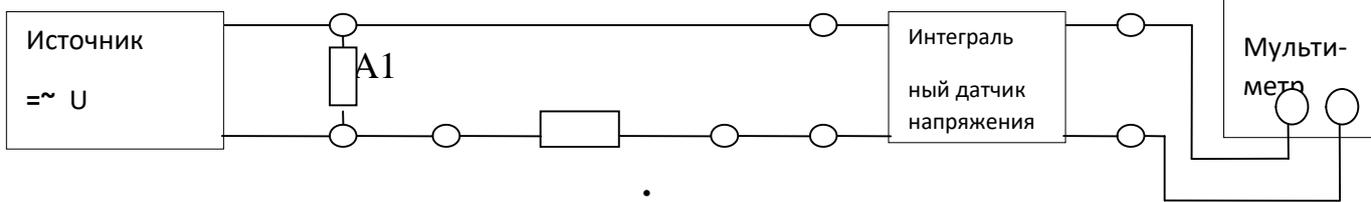


1.1.

« » « ».

1.2.

- «U »;  
 - P 1;  
 - PV1.



1.3.

(=I), (=U).

1.4. « » «=>» ( )

1.5. « »

(=U) 20 .

1.6. SA1 « ».

1.7.

(=U) .

1.8.

:

-

PV1 -

U ;

-

-

U .

1.9.

(10 ),

0 U . )

U ,									
U ,									

1.10. SA1 « ».

1.11.

(U ), U =f(U )

(U )

1.12.

.

(~I), . (~U).

1.13.

« »

( 1).

1.14.

,

(~U) 20 .

1.15.

SA1 « ».

1.16.

50 .

1.17.

(~U),

1.18.

:

-

PV1 -

U ;

-

-

U .

1.19.

(10 ),

0 U . )

U ,									
U ,									

1.20. SA1 « ».

1.21.

(U ), U =f(U )

(U )

:

)

;

)

;

)

;

)

;



)

- 1.
- 2.

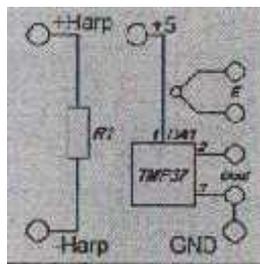
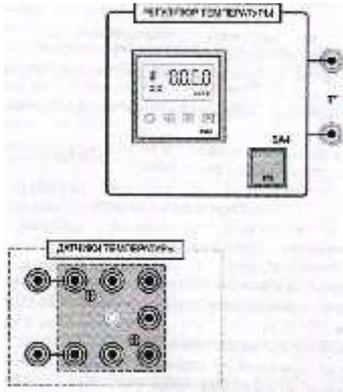
7

:

- 1.
- 2.
- 3.

:

- 1.
- 2.



OMRON

,

5

24

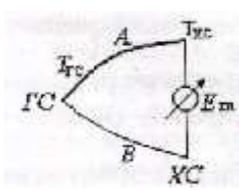
**ETP-01A**

	( )
	-

	, °	-200 -+1300
		5
	, °	-55...+150
	+25° ,	500
	, °	2
	, /°	20
	, °	0,5

( ), - ( ).

= ( ) - ( ) = ( ) + ( ).



0° )

			, *
E			0-600
J			-100-850
K			-200-1300
R			0-1700
S			0-1700
T			-200-400

( 60° )

0°

E

0.

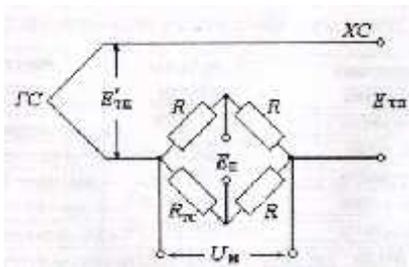
U =

R

= ' + ;

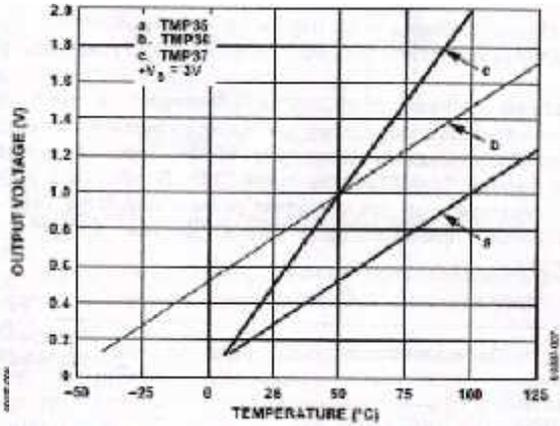
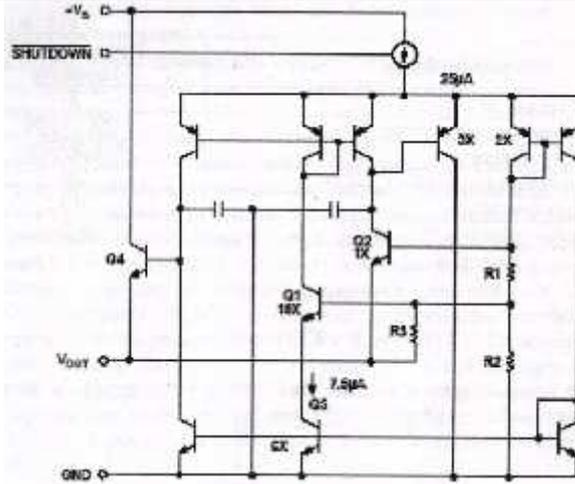
15 50 ,  
100...1000.

U



--	--

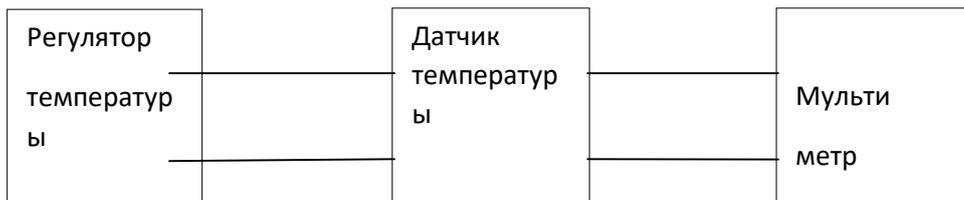
, °	5
, °	-55...+150
+25° , °	500
, °	2
, /°	20
, °	0,5



1.1. .  
 1.2. « » « ».

1.3. « ».

1.4. « » 200 .



1.5. SA1 « ».

1.6. SA3 « ».

1.7. (^) (SV)  
 . ( =30° )

1.8. ( , ),

1.9. ,

5° .

1.10. .

, °	30	35	40	45	50	55	60	65	70
-----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

,									
---	--	--	--	--	--	--	--	--	--

1.11. SA1 « ».

1.12. ( )

( ° ), =f( ° )

2.1. « » «

».

2.2.

« ».

2.3.

» «

20 .

2.4. SA1 « ».

2.5. (^) ( SV).

( =20° )

2.6. (U ),

, 5° .

2.7.

,°	20	25	30	35	40	45	50	55	60
U,									

2.8. SA1 « ».

2.9. (U )

( ° ), U =f( ° )

:

) ;

) ;

) ;

) .

1. ?

2.

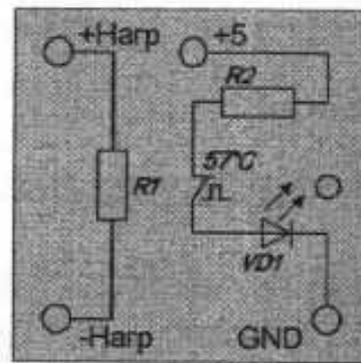
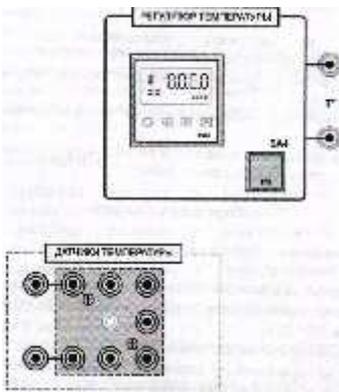
3.

1.

2.

1.

2.



OMRON

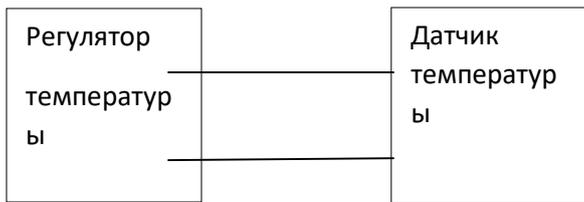
5

24

		~250
	$\cos = 1,0/0,6$	16/10
$\cos = 1,0$	16/25	30000/2500
	, °	57
, °		$\pm 3; \pm 6; \pm 10;$
o		$15 \pm 5;$

	0,05
	1500
	50
	IP4x

- 1.1.
- 1.2.
- 1.3.



- 1.4.
- 1.5.
- 1.6.
- 1.7.

SA1 « ».

SA3 « ».

(^) (SV)

(=30°)

- 1.8.

°	30		
( , )			
/			

1.9.

SA1 “ ».

1.10.

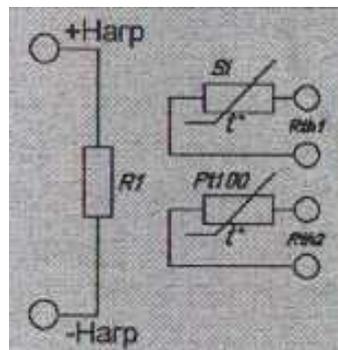
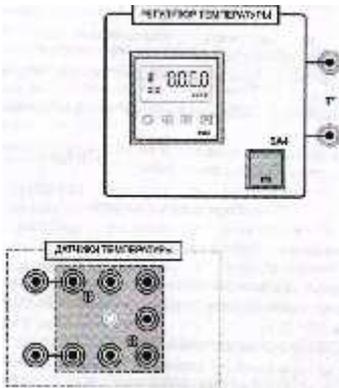
(U )

( ° ), U =f( ° )

- ) ;
  - ) ;
  - ) ;
  - ) .
1. ?
  2. .

9

- 1. :
- 2. :
- 3. .
- 1. :
- 2. .



OMRON

24

5

-270 1600

( , , )

( 4-6,5) . 10~3 1 / , . .

1  
0,4-0,65% .

R

6

R = CeaT,



C - ; a -  
 ; e-  
 ex  
 T

$$R = R [1 + a(T - T)].$$

,  
 ,  
 ,  
 -50 700  
 ex .

$$R = R [1 + a(T - T) + B(T - T)],$$

$$a = 3,94 \cdot 10^{-1}/C, B = 5,8 \cdot 10^{-1}.$$

,  
 ;  
 ,  
 .

$$( -6 \cdot 10^{-1}/C).$$

-  
 , ...  
 .  
 -  
 , ...  
 .  
 -50 300 .  
 ,  
 .  
 ( )

$$a = (4...6) \cdot 20^{-1},$$

$$|a| > 4/10^{-1}/C.$$



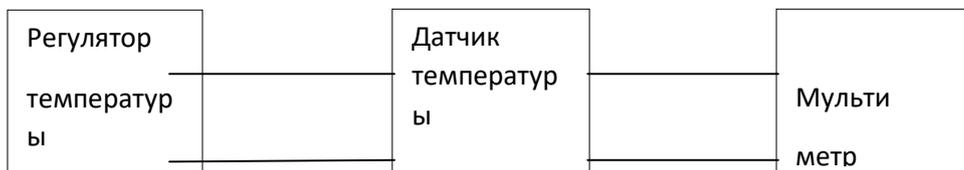
T:

$$Rr = Ae,$$

1.1.

1.2.

1.3.



1.4.

1.5.

1.6.

1.7.

,°	20	25	30	35	40	45	50	55	60
<b>R,</b>									

1.8.

1.9.

$$(\text{ }^\circ), R = f(\text{ }^\circ)$$

- 2.1. « » «  
 2.2. ».  
 2.3. « ». « »  
 2.4. , SA1 « ». 20 .  
 2.5. (^) ( SV).  
 2.6. (=20° ) ( , ) (R, ),  
 2.7. , 5° .

,°	20	25	30	35	40	45	50	55	60
<b>R,</b>									

- 2.8. SA1 « ». (R )  
 2.9. ( ° ), R =f( ° )

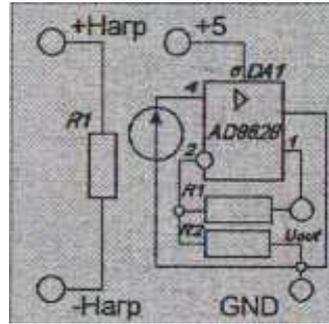
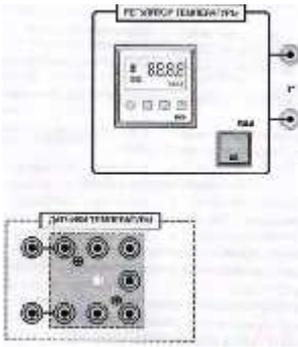
) ;  
 ) ;  
 ) ;  
 ) .

1. ?  
 2. .

1. :  
 2. :  
 :

1.

2.



OMRON

5

24

,	5
,	-70...+380
+20 ,	20
,	0,5
,	0,02

-

,

,

,

,

,

,

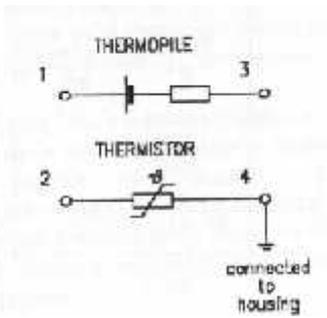
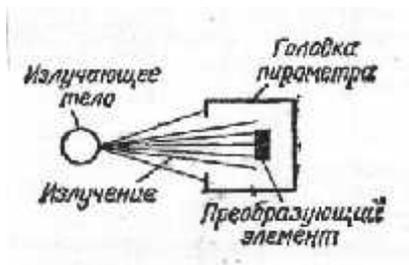
:

;

;

( )

( )



MelexisMLX90247-ESF-DSA,

1.1.

».

1.2.

«

».

1.3.

«

»

20 .



1.4.

SA1 « ».

1.5.

(^)

(

SV).

(

=20° )

1.6.

(U ),

,

5° .

1.7.

, °	20	25	30	35	40	45	50	55	60
U,									

1.8.

SA1 “ ».

1.9.

SA3 «

».

1.10.

(U )

( ° ), U =f( ° )

:

)

;

)

;

)

;

)

.

1.

?

4.

:

.

:

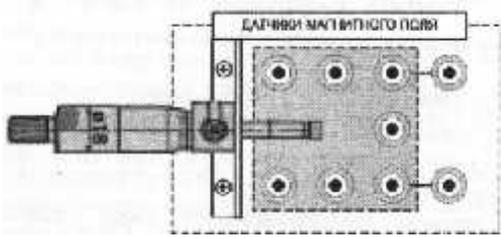
1.

3.

:

1.

2.



:

-

;

-

,

;

-

(

)

(

)

(

)

5

1.1.

1.2.

«

»

«

».

1.3.

«

»

(=U) 20 .

1.4.

SA1 « ».

1.5.

10

1.6.

( 15 1 )

L,									
U,									

( 1 15 )

<b>L,</b>									
<b>U,</b>									

1.7. SA1 « ».  
 1.8. (U )

$$U = f(L)$$

2.1. « » « »  
 ».

2.2.. « »

$$U = 20'$$

2.3. 15 .

2.4. SA1 « ».

2.5. :

- ;  
 - -2,9 .

2.6. ( ) :

- ;  
 - = 0 .

2.7. ,

2.8. ( ) :

- ;  
 - -2,9 .

2.9. ,

2.10. .

2.11. .

<b>L ,</b>					
<b>L ,</b>					

2.12. SA1 « ».

2.13. ( ) .

) ;  
 ) ;  
 ) ;



)

- 1.
- 2.

?

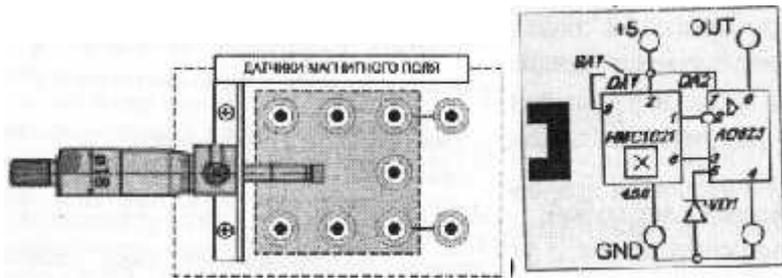
### 12

:

- 1.
- 2.

:

- 1.
- 2.



:

- 
- 
- 

;

;

( )

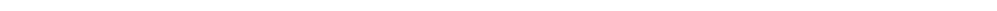
( , )

( , ).

5

HoneywellHMC1021

--	--

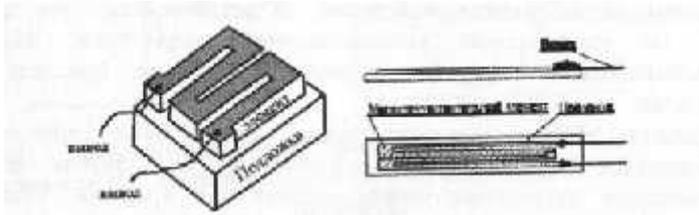




InSb-NiSb,

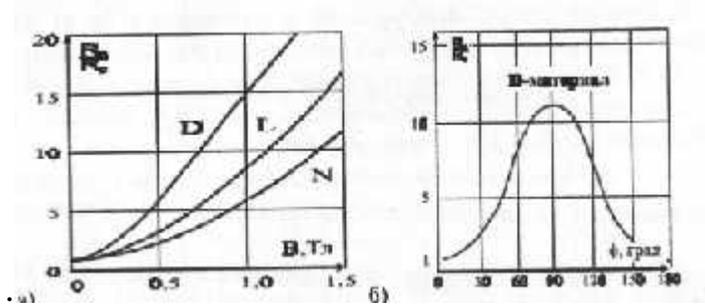
L, D,

N.



(RB/R0) ,

InSb-NiSb,



L,D N InSb-NiSb  
( )

( )

« »

0,2-0,4 .

« »

.« »

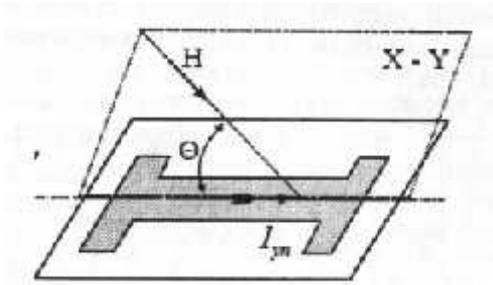
( ) ,

« »

, ,

(Ni-Co),

(Ni-Fe)



r

( =90°).

r, r0,

>Hs,

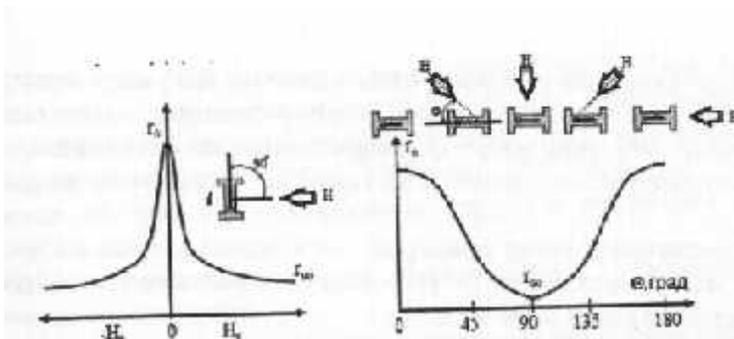
(I)

r (

).

(I)

H (=0), 90°.



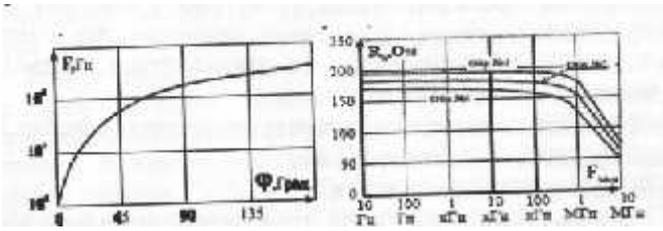
« »

( )

« »

1 .

1 .



-

:

( , . ).

, « »

« »

(100-1000 ).

( max),

(1 )

150° .

- , ;
- , I ;
- , .

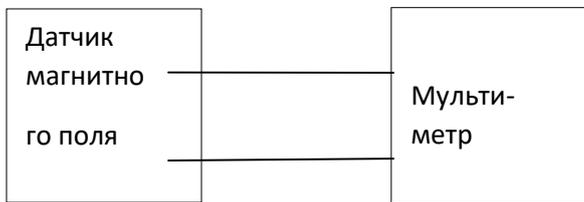
1.1.

1.2.

».

1.3.

(=U) 20 .



1.4.

SA1 « ».

1.5.

10

1.6.

( 21 5 )

L,									
U,									

( 5 21 )

L,									
U,									

1.7.

SA1 « ».



1.8.

(U )

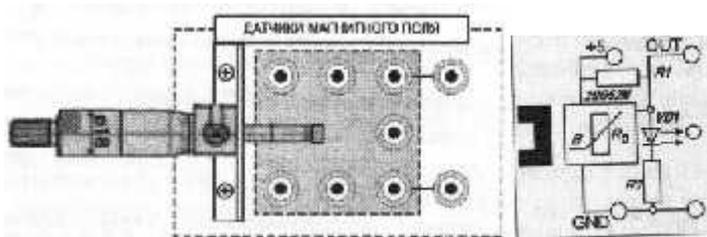
$$U = f(L)$$

) ;  
 ) ;  
 ) ;  
 ) .

1. ?
2. .

14

- :
1. :
  2. .
- :
1. .
  2. .



:

- ;

- , ;

- .

( )

( , ) ( , ) .

## Honeywell 2SS52M

,	3,8...30
,	11
,	25/2,5-4/0,4
( - )	

- 1.1. « » «
- ».
- 1.2.. « »
- (=U) 20' .
- 1.3. 20 .
- 1.4. SA1 “ ».
- 1.5. :
- ;
- -2,9 .
- 1.6. ( :
- ), ( ) :
- ;
- = 0 .
- 1.7. ,
- 1.8. ( :
- ), ( ) :
- ;
- -2,9 .
- 1.9. ,
- 1.10. .
- 1.11. .

<b>L</b> ,			
<b>L</b> ,			

- 1.12. SA1 « ».
- 1.13. ( ) .

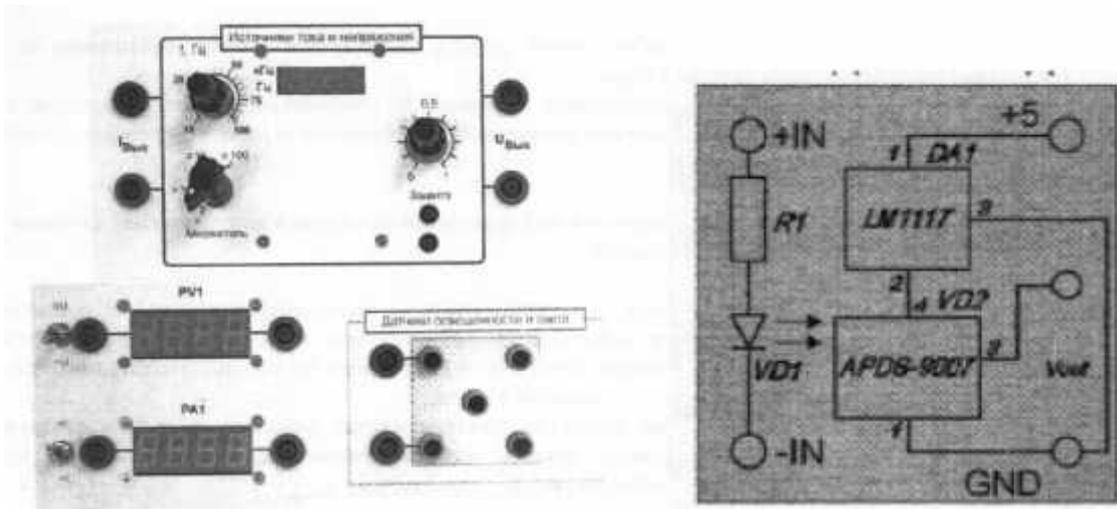


- ) ; :
- ) ; ;
- ) ; ;
- ) .

1. ?
2. .

15.

- : .
- 1. :
- 2. .
- : .
- 1. .
- 2. .

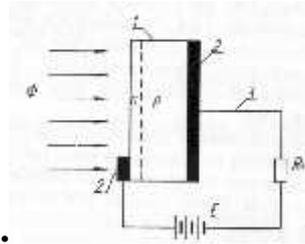


AVAGO APDS-9007.

,	2...3,5
,	0,23
	3....70000



	300...750
	1500...3000

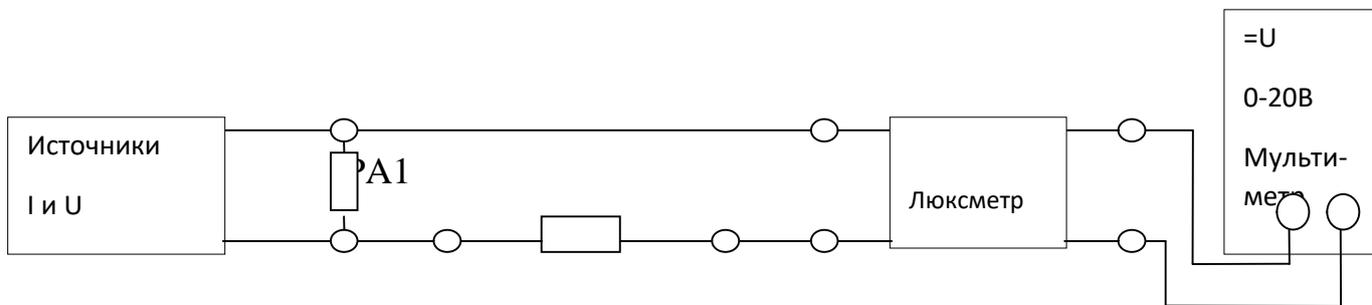


1- , 2- , 3- , - , -  
, R - .

) , - - . ( -

- 1.1.
- 1.2.
- 1.3.

- «U»;  
 - P 1;  
 - PV1.



- 1.4. (=I), (=U).
- 1.5. « $\Rightarrow$ » ( )

1.6.

20 .

1.7.

SA1 «

».

1.8.

SA2 -

«

».

1.9.

PV1,

P 1

« »

1.10.

1.11.

( )

(PV1)

:

(P 1);

1.12.

1.13.

: 3 ; 6 ; 9 ;

12 ; 15 ; 18 .

I, (P 1)	U, ( )	U, (PV1)	( ). = *I =120
0			
0,003			360
0,006			720
0,009			1080
0,012			1440
0,015			1800
0,018			2160

1.14.

( )

= I

: I -

; -

= 120.

1.15.

1.16.

( )

( ).

:

)

;

)

;

)

;

)

1.

2.

C :

1. . . : .- .: « », 2018.

2. . . , 2005( )

3. . . - : .  
. : « », 2005.

4. « », 2018.

- :

: [multisim.ru](http://multisim.ru)

C : [electronicsworkbench.com](http://electronicsworkbench.com)