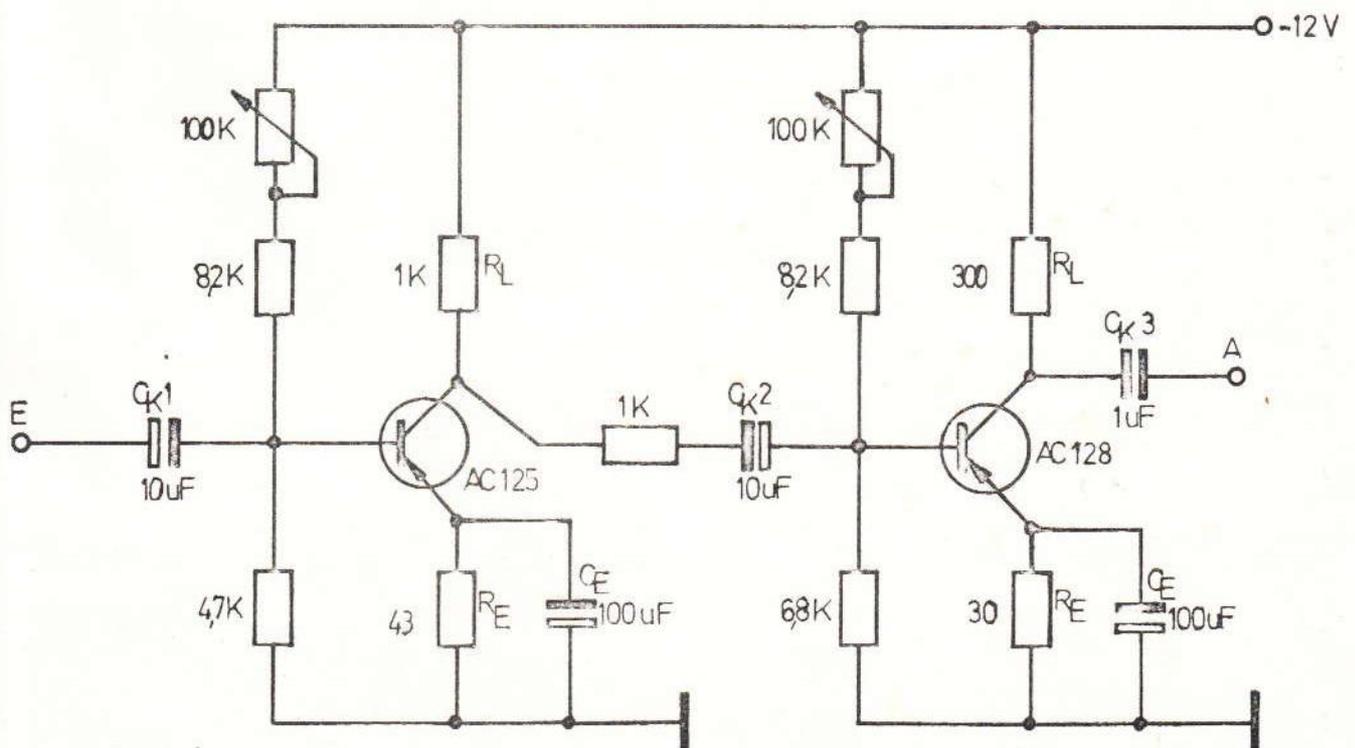
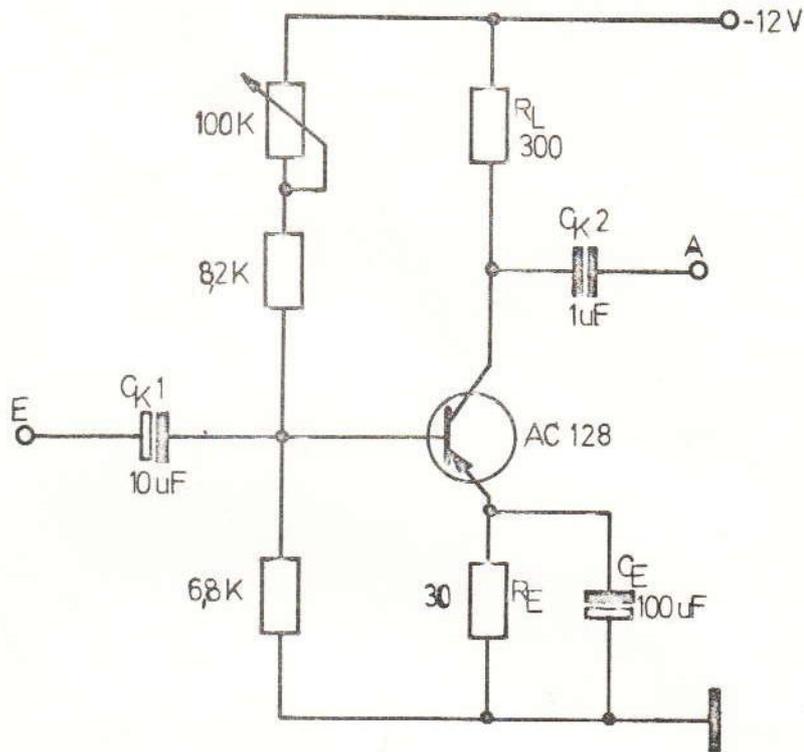


Transistor als Verstärker



1. Ermitteln Sie für die maximale unverzerrte Aussteuerung die Werte des Arbeitspunktes. (Wechselstromgenerator abgeschaltet)

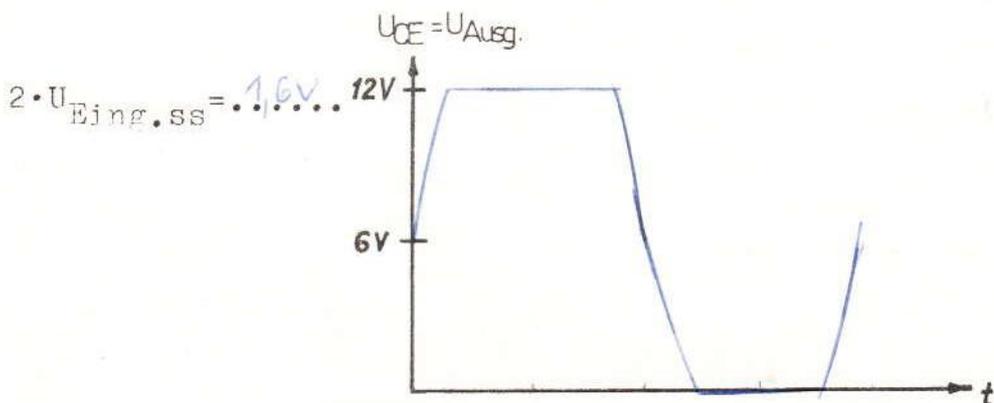
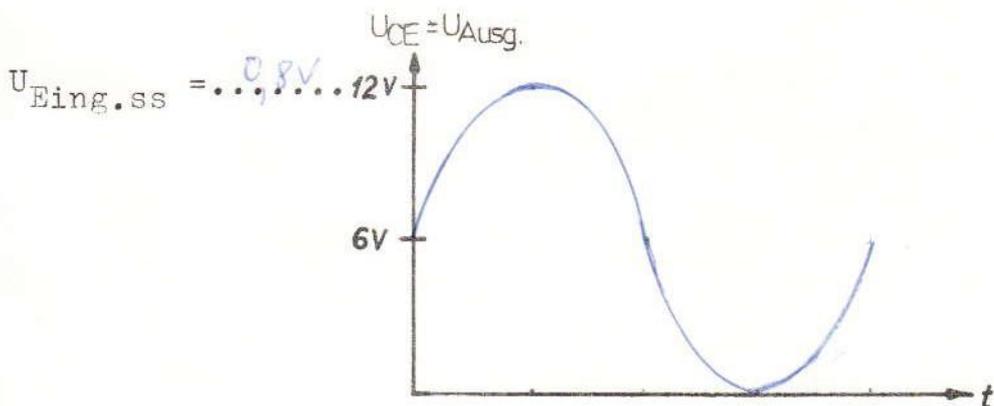
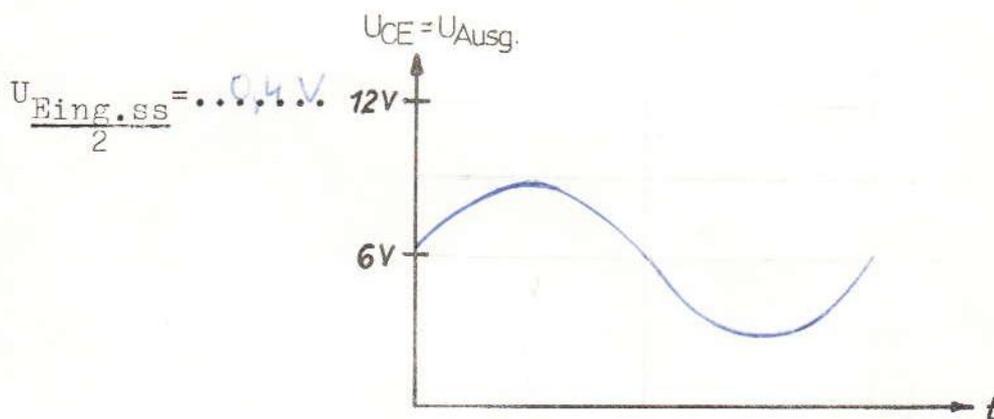
$$-U_{CE} = 5V \quad -I_C = \frac{U_{L1}}{R_{L1}} = 22mA \quad B = \frac{I_C}{I_B} = 95,7$$

$$-U_{BE} = 0,15V \quad -I_B = \frac{U_E}{R_E} - \frac{U_{L1}}{R_{L1}} = 0,23mA$$

2. Bestimmen Sie die Spannungsverstärkung der gesamten Schaltung und vergleichen Sie diese mit der Spannungsverstärkung des Trs.

$$V_{U \text{ Sch}} = \frac{U_{CE \text{ ss}}}{U_{Eing. \text{ ss}}} = \frac{9,6V}{0,48V} = 20 \quad V_{U \text{ Trs}} = \frac{U_{CE \text{ ss}}}{U_{BE \text{ ss}}} = \frac{9,6V}{0,09V} = 106,5$$

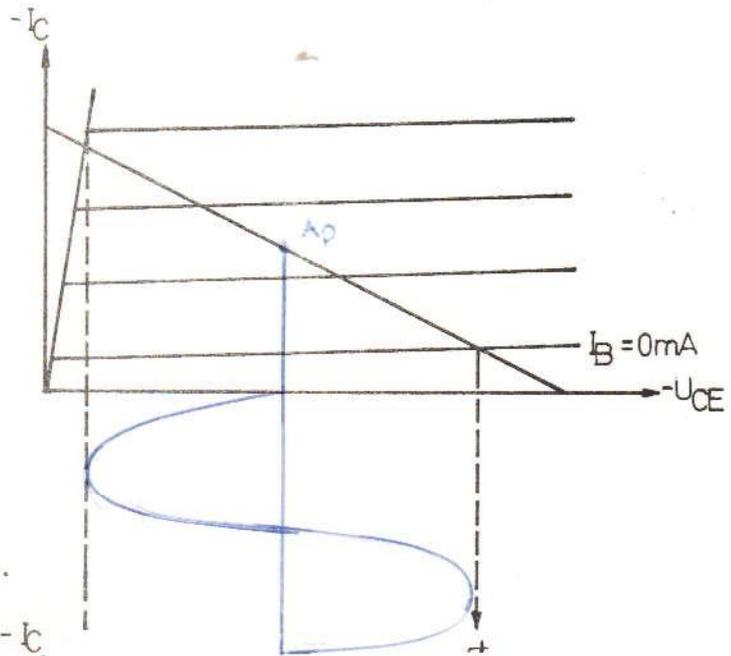
3. Stellen Sie den Ap auf  $-U_{CE} = 6V$  ein und steuern Sie mit verschieden hohen Wechselspannungen an.



4. Nehmen Sie die Ausgangsspannung des mit Wechselstrom voll aus-  
gesteuerten Verstärkers mit dem Oszilloskop auf und skizzieren  
Sie den Verlauf. (Generatoreinstellung bleibt konstant)

$$U_{BE1} = \dots 0,15V \dots$$

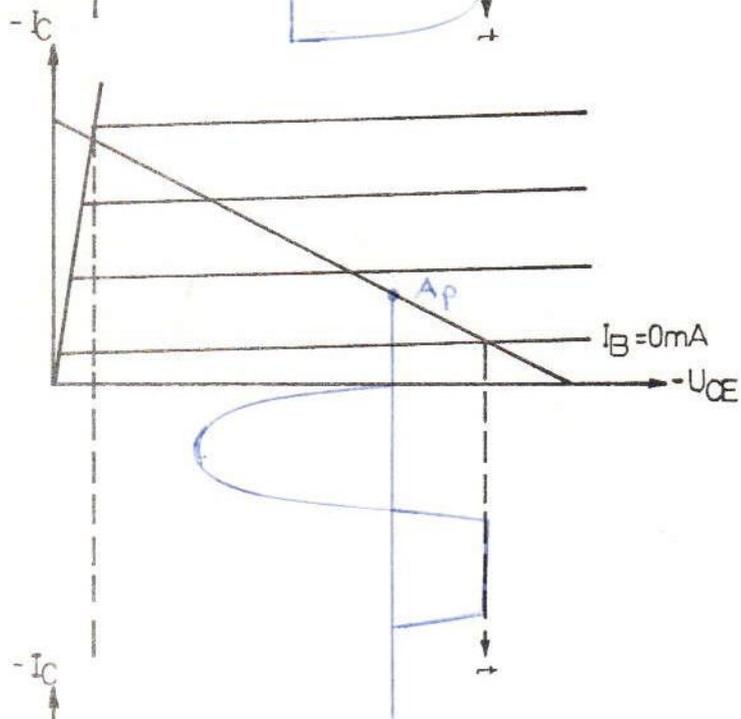
Arbeitspunkt  
richtig.



$$U_{BE2} < U_{BE1}$$

$$U_{BE2} = \dots 0,05V \dots$$

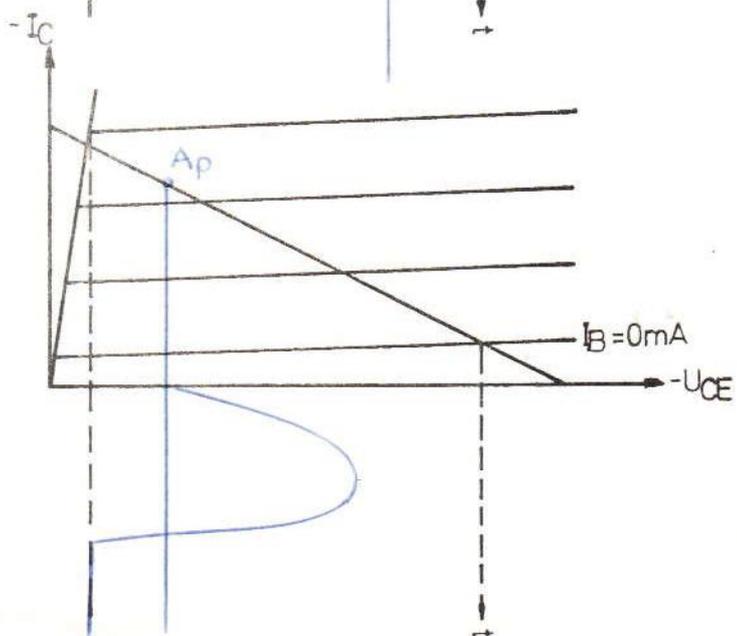
Arbeitspunkt  
zu niedrig.



$$U_{BE3} > U_{BE1}$$

$$U_{BE3} = \dots 0,21V \dots$$

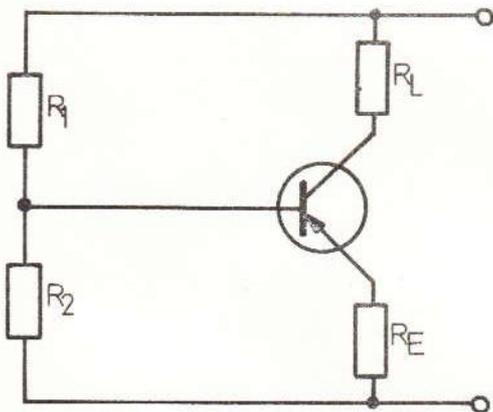
Arbeitspunkt  
zu hoch.



5.) Welche Aufgabe hat der Widerstand  $R_E$  ?

Der Emitterwiderstand  $R_E$  dient zur Arbeitspunktstabilisierung des Transistors gegen Temperaturschwankungen durch Stromgegenkopplung.

6.) Beschreiben Sie die Wirkungsweise der Arbeitspunktstabilisierung mittels Stromgegenkopplung. (Skizze)

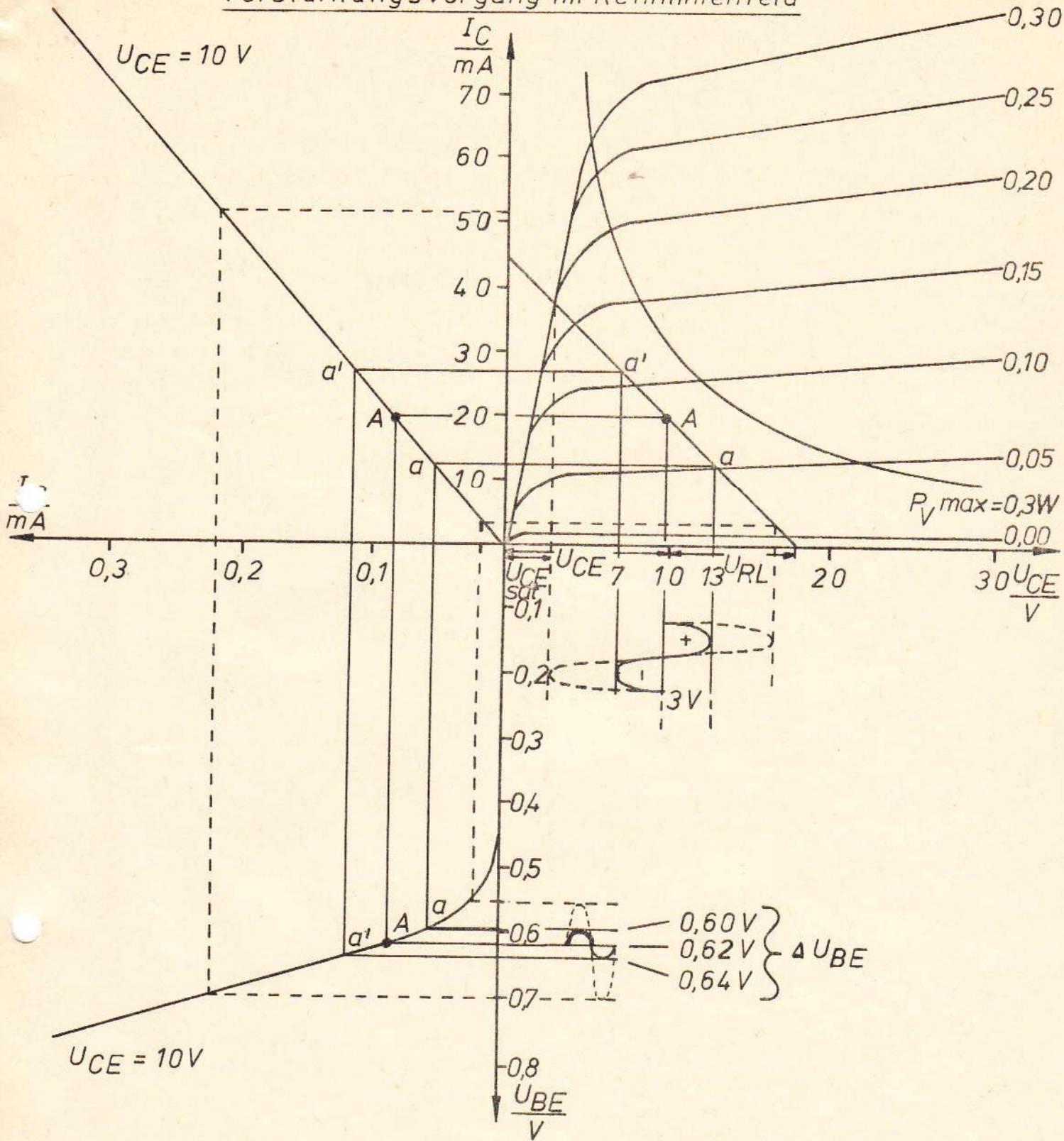


Durch Erwärmung des Transistors steigt der Kollektorstrom. Dadurch dass die Kollektor-Emitterstrecke niederohmig wird steigt  $I_E$ . Mit  $I_E$  steigt auch der Spannungsabfall an  $R_E$ . Da der Spannungsabfall zwischen Basis und Masse durch  $R_2$  fest eingestellt ist sinkt  $U_{BE}$ . Sinkt  $U_{BE}$  sinkt  $I_B$ . Sinkt  $I_B$  sinkt  $I_C$ .

7.) Welche Aufgabe erfüllt der  $R_L$  in der Verstärkerschaltung?

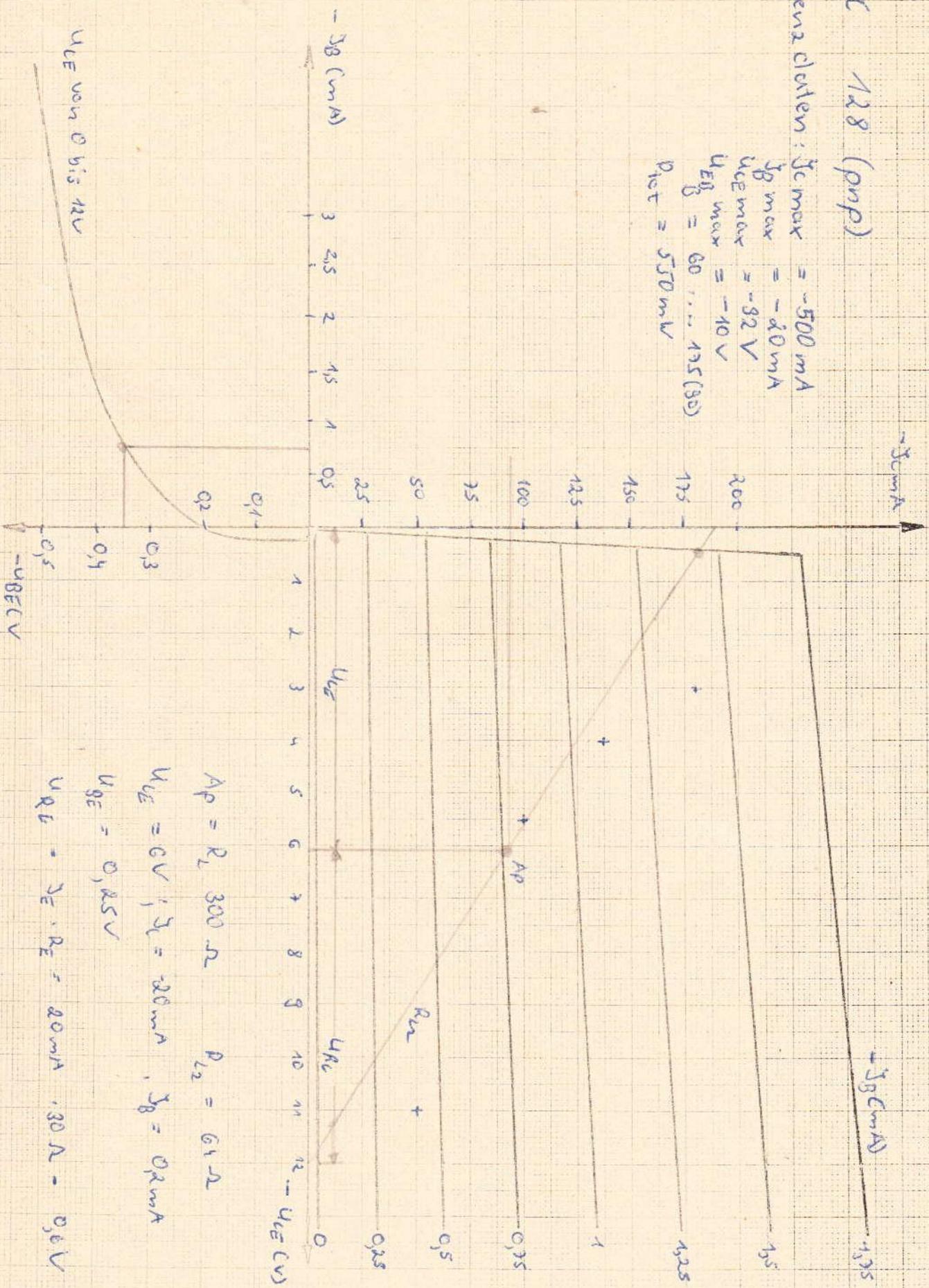
Der Lastwiderstand  $R_L$  erzeugt durch den sich ändernden  $I_C$  Spannungsabfalländerungen und somit Änderungen der Ausgangsspannung.

Verstärkungsvorgang im Kennlinienfeld



AC 128 (pnp)

Grenzwerten:  $I_{Cmax} = -500 \text{ mA}$   
 $I_B \text{ max} = -20 \text{ mA}$   
 $U_{CE \text{ max}} = -32 \text{ V}$   
 $U_{EB \text{ max}} = -10 \text{ V}$   
 $I_B = 60 \dots 125 \text{ (35)}$   
 $P_{tot} = 550 \text{ mW}$



$A_p = R_L \quad 300 \Omega \quad P_{L2} = 61 \text{ W}$   
 $U_{CE} = 6 \text{ V}; I_c = 20 \text{ mA}; I_B = 0.2 \text{ mA}$   
 $U_{BE} = 0.75 \text{ V}$   
 $U_{RE} = I_E \cdot R_E = 20 \text{ mA} \cdot 30 \Omega = 0.6 \text{ V}$

$U_{CE}$  von 0 bis 12V

Zusammengestellt: 7.75  
Mai / BaumBeginn:  
Zeit: Ende:

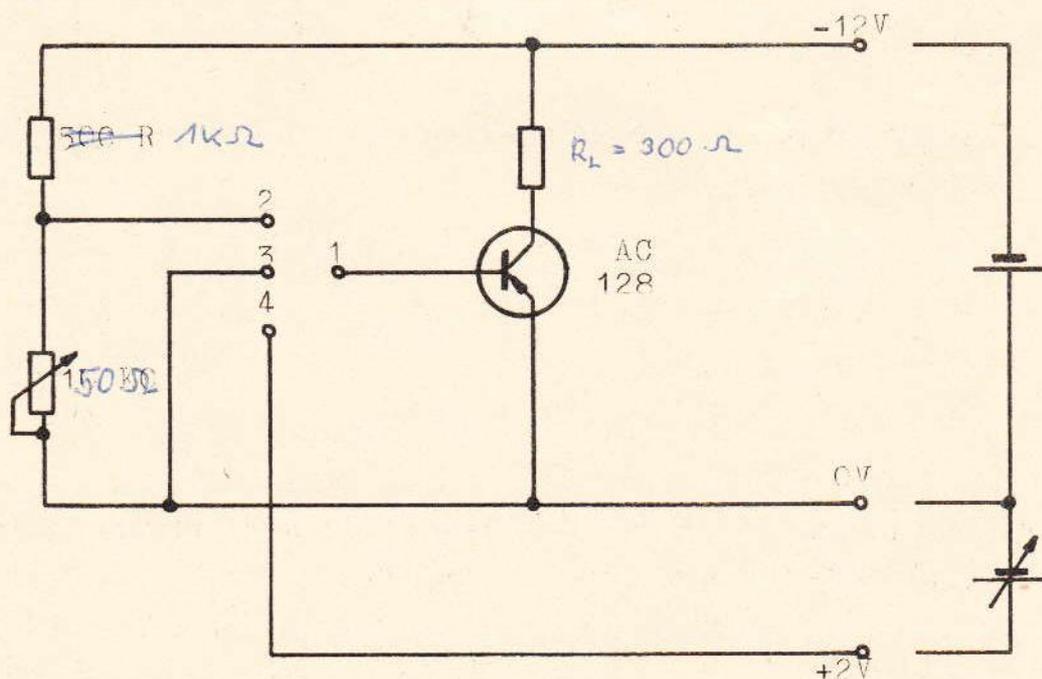
## Transistor als Schalter

Der Schalter ist ein Bauelement, dessen Widerstand zwei extreme Zustände annehmen kann; bei geschlossenem Schalter ist er sehr klein ( $\approx 0\Omega$ ), bei offenem Schalter sehr groß ( $\Rightarrow \infty\Omega$ ).

Aufgrund seiner Eigenschaften läßt sich auch der Transistor als Schalter verwenden.

Liegt am Eingang eine Spannung  $U_{BE}$  in Durchlaßrichtung, die größer als die Diffusionsspannung des PN-Überganges ist, so fließt ein Basisstrom (Steuerkreis) und als Folge ein um den Gleichstromverstärkungsfaktor  $B$  größerer Kollektorstrom (Kontaktkreis). Durch einen kleinen Steuerstrom ( $I_B$ ) kann somit ein wesentlich stärkerer Strom ( $I_C$ ) geschaltet werden.

Der Transistor ist daher vergleichbar mit der Wirkungsweise eines Relais.



1. Die Eigenschaften eines Transistors in EBF-Stellung (= sehr gut leitend, Punkt 1-2 verbunden) sind zu untersuchen und mit denen eines idealen Schalters zu vergleichen.

- 1.1 Die Werte der nachfolgenden Tabelle sind zu messen und  $R_{CE \text{ Ein}}$  daraus zu berechnen.

$I_B$ mA	$U_{BE}$ mV	$I_C$ mA	$U_{CE}$ V	$R_{CE \text{ EIN}}$ $\Omega$
8,5	280	88	28	0,737

2. Die Eigenschaften eines Transistors in AUS-Stellung (=gesperrt) sind zu untersuchen und mit denen eines idealen Schalters zu vergleichen.

- 2.1. Der Basisstrom wird unterbrochen es fließt also kein Basisstrom mehr ( $I_B = 0 \text{ mA}$ ).

$I_B$ mA	$U_{BE}$ mV	$I_C$ mA	$U_{CE}$ V	$R_{CE \text{ AUS}}$ k $\Omega$
0	30	0,15	12	80

Worauf ist der Kollektorstrom  $I_{CE} 0$  und die Basis-Emitter-Spannung zurückzuführen?

Die Spannung  $U_{BE}$  ist auf das unterschiedliche Potential von Basis und Masse zurück.

B ist negativer wie M.

$I_C$  ist also der Reststrom

- 2.2. Die Eingangsstrecke Basis-Emitter wird kurzgeschlossen (Punkt 1-3 verbunden,  $U_{BE} = 0 \text{ V}$ ).

$I_B$ mA	$U_{BE}$ mV	$I_C$ mA	$U_{CE}$ V	$R_{CE \text{ AUS}}$ k $\Omega$
0	0	0,01	12	1200

2.3. Zwischen Basis und Emitter wird eine Spannung in Sperrrichtung (Punkt 1-4 verbunden) angelegt.

$I_B$	$U_{BE}$	$I_C$	$U_{CE}$	$R_{CE \text{ AUS}}$
mA	V	mA	V	$k\Omega$
0	2	2,07	12	4,44

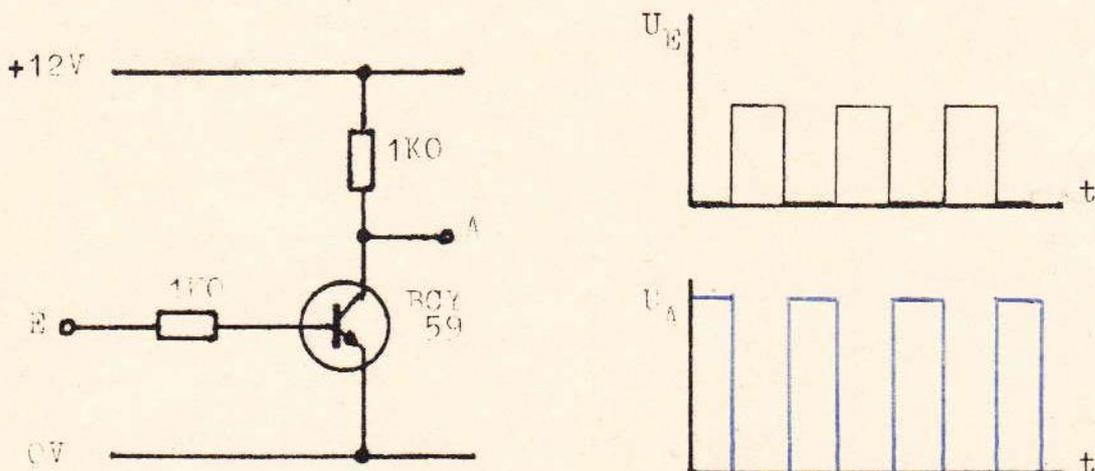
Die Meßergebnisse der in AUS-Stellung erzielten Kollektorströme sind zu vergleichen.

	Unterbrechung	Kurzschluß	Sperrspannung	
$U_{CE} =$	..... 12 .....	..... 12 .....	..... 12 .....	[V]
$I_C =$	..... 0,15 .....	..... 0,01 .....	..... 0,00207 .....	[mA]
$R_{CE} =$	..... 0,08 .....	..... 1,2 .....	..... 4,44 .....	[M $\Omega$ ]

Geben Sie an, bei welcher Schaltungsart der größte Sperrwiderstand erreicht wird, und erklären Sie kurz, wodurch er zustande kommt.

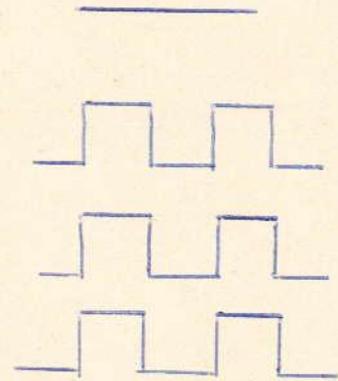
Der größte Sperrwiderstand wird dann erreicht, wenn eine Sperrspannung anliegt. Die Elektronen wandern dann von der Basis weg, und die Basis wirkt wie ein Isolator.

3. Die Steuerung elektronischer Schalter wird in der Praxis nicht durch mechanische Schalter, sondern durch Potentialsteuerung z.B. mit Rechteckspannung vorgenommen.



4. Untersuchen Sie die vorgegebene Schaltung, indem Sie die Eingangs- und Ausgangsrechteckspannung messen und vergleichen.

$U_B$ V	$U_{BE}$ mV	$U_A = U_{CE}$ V
0,5	500	12
1	800	12
2	800	12
5	800	12



## Serienstabilisierung

Wird der  $R_L$  kleiner so sinkt auch der Spannungsabfall an ihm und der Strom  $I_L$  steigt. Infolgedessen steigt die Spannung  $U_{BE}$  bei kleiner werdender Ausgangsspannung ( $U_A$ ), da die Z-Spannung konstant bleibt. Mit steigender Basis-Emitter-Spannung nimmt der Kollektorstrom zu, der Widerstand des Transistors also ab. Der durch den erhöhten Verbraucherstrom gestiegene Spannungsabfall am Transistor ( $U_{BE}$ ) wird wieder auf den ursprünglichen Wert herabgesetzt.

Wird der  $R_L$  größer so steigt auch der Spannungsabfall an ihm und der Strom  $I_L$  sinkt. Infolgedessen sinkt die Spannung  $U_{BE}$  bei größer werdender Ausgangsspannung ( $U_A$ ). Wird  $U_{BE}$  kleiner, nimmt der Widerstand des Transistors zu. Auf die Strecke  $U_{CE}$  entfällt somit ein größerer Spannungsabfall. Die Verbraucherspannung bleibt konstant.

Vorteile der Schaltung: Sie ist leerlauffest. Ohne Verbraucher fließt nur ein geringer Strom.

Nachteile: Nicht kurzschlußfest, da im Fall  $R_L \hat{=} 0$  am Transistor eine Basis-Emitter-Spannung in Höhe von  $U_Z$  liegt und der Transistor zerstört wird.

## Parallelstabilisierung

Wird der  $R_L$  kleiner steigt der Strom  $I_L$ . Dadurch tritt an  $R_V$  ein erhöhter Spannungsabfall auf. Die aus Z-Diode und  $R_1$  bestehende Spannungsteilerschaltung erhält also eine kleinere Spannung. Da die Z-Spannung  $U_Z$  konstant ist, wird die Spannungsverminderung nur am  $R_1$  wirksam. Die Basis-Emitter-Spannung wird kleiner und der Kollektorstrom sinkt. Der Transistor wird hochohmiger und damit der erhöhte Spannungsabfall an  $R_V$  wieder aufgehoben.

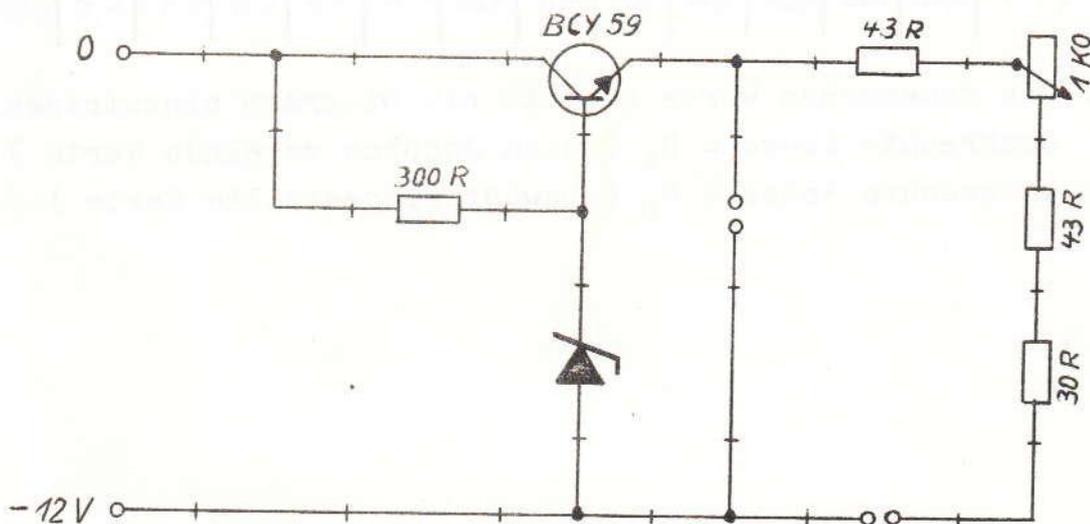
Wird der  $R_L$  größer sinkt der Strom  $I_L$ . Damit vermindert sich der Spannungsabfall an  $R_V$ . An der Spannungsteilerschaltung Z-Diode- $R_1$  liegt eine höhere Spannung. Da die Z-Spannung konstant bleibt, steigt die Spannung an  $R_1$  und mit ihr die Basis-Emitter-Spannung und der Kollektorstrom. Dadurch wird der Spannungsabfall an  $R_V$  wieder größer.

Vorteil der Schaltung: Sie ist kurzschlußfest.

Nachteil: Sie ist nicht leerlauffest. Ohne Verbraucher ist die Stromaufnahme am höchsten. Es wird ständig Energie verbraucht.

## Schaltbeispiele

Serienstabilisierung (bei veränderlichem Verbraucher)



$I_A$ (mA)	0	5	10	20	30	35
$U_A$ (V)	5	4,85	4,85	4,85	4,85	4,9

Aufgabe:

- Zeichnen Sie ein Diagramm  
senkrechte Achse =  $U_A$   
waagrechte Achse =  $I_A$
- Beschreiben Sie die Wirkungsweise dieser Schaltung!
- Zeichnen Sie zusätzlich den Verlauf der Ausgangsspannung in Abhängigkeit vom Lastwiderstand.

## Serienstabilisierung bei veränderlicher Eingangsspannung

1. Messen Sie bei  $R_L = 150 \text{ Ohm}$  die Ausgangsspannung, wenn die Eingangsspannung von 0V bis 15V stufenweise geändert wird.

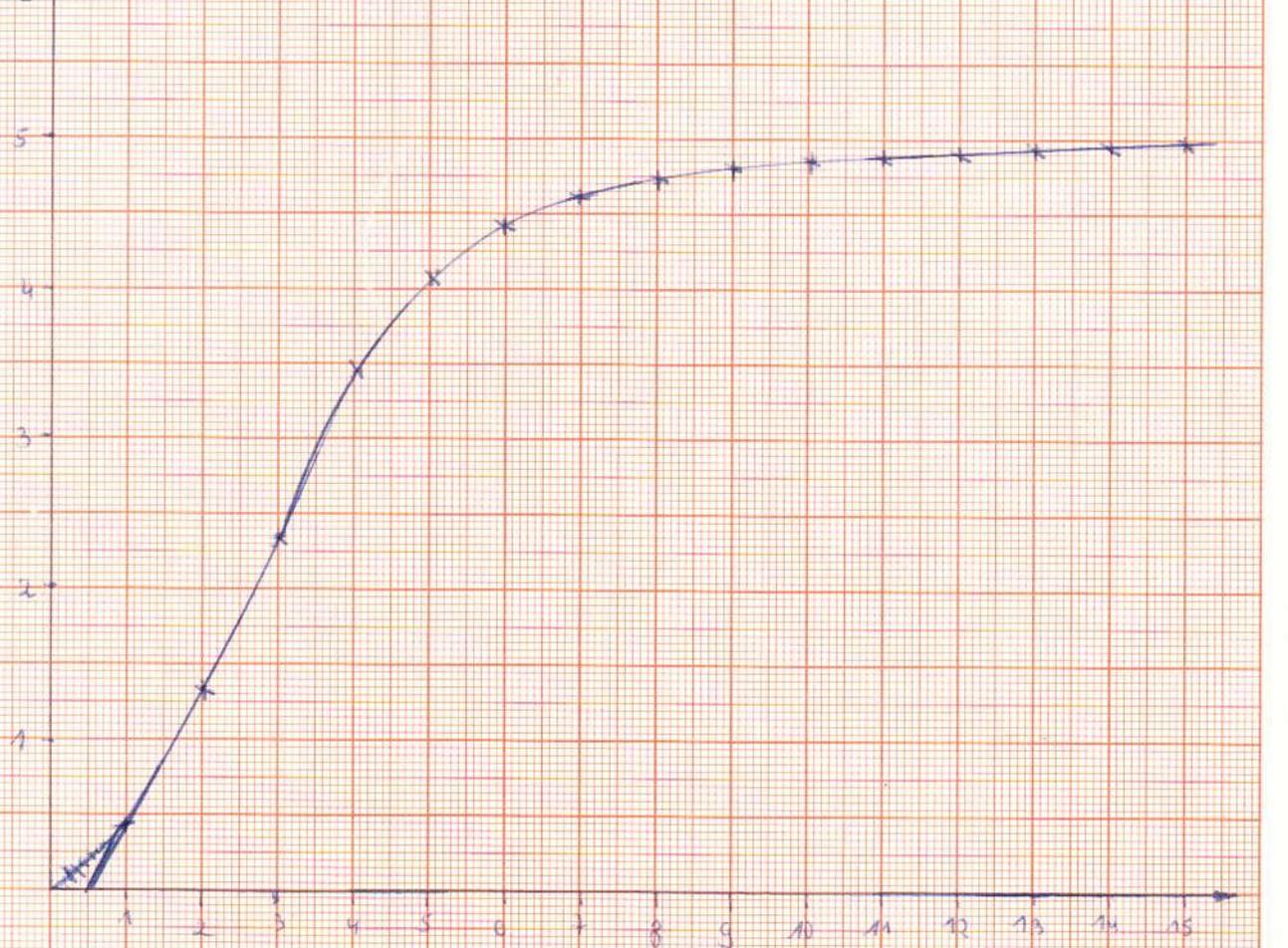
$U_E(\text{V})$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
$U_A(\text{V})$	0,45	1,35	2,35	3,45	4,05	4,4	4,65	4,75	4,8	4,85	4,9	4,9	4,95	4,95	5

2. Die gemessenen Werte sind in ein Diagramm einzutragen.  
senkrechte Achse =  $U_A$  ( sich dadurch regelnde Werte )  
waagrechte Achse =  $U_E$  ( bewußt eingestellte Werte )

$U_A [V]$



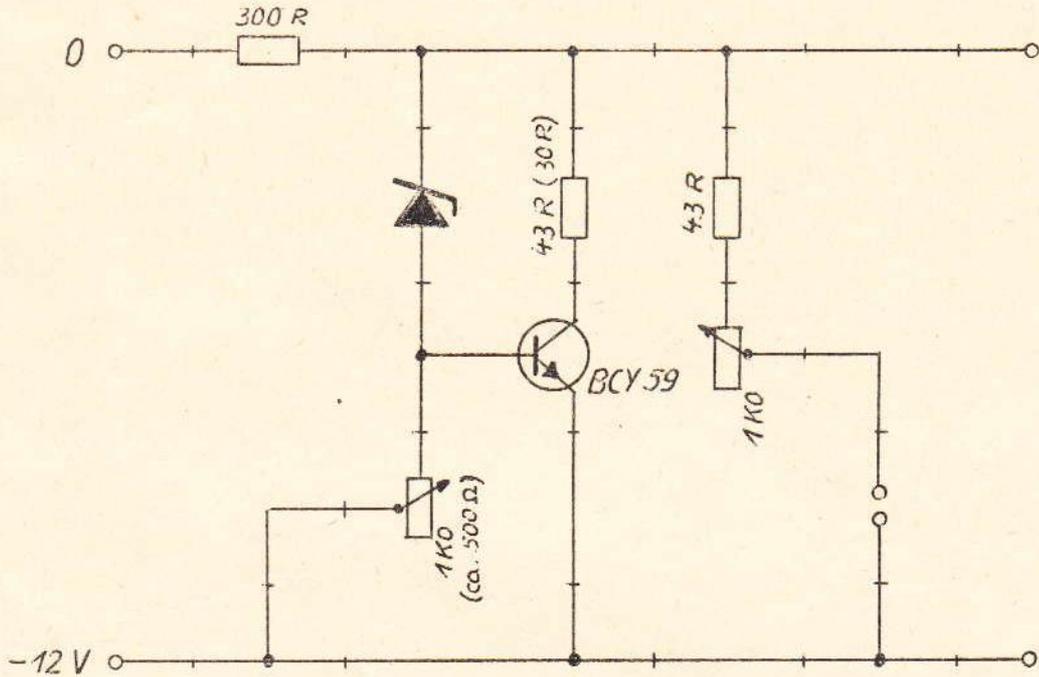
$U_A [V]$



$U_E [V]$

Schaltbeispiele

Parallelstabilisierung (bei veränderlichem Verbraucher)

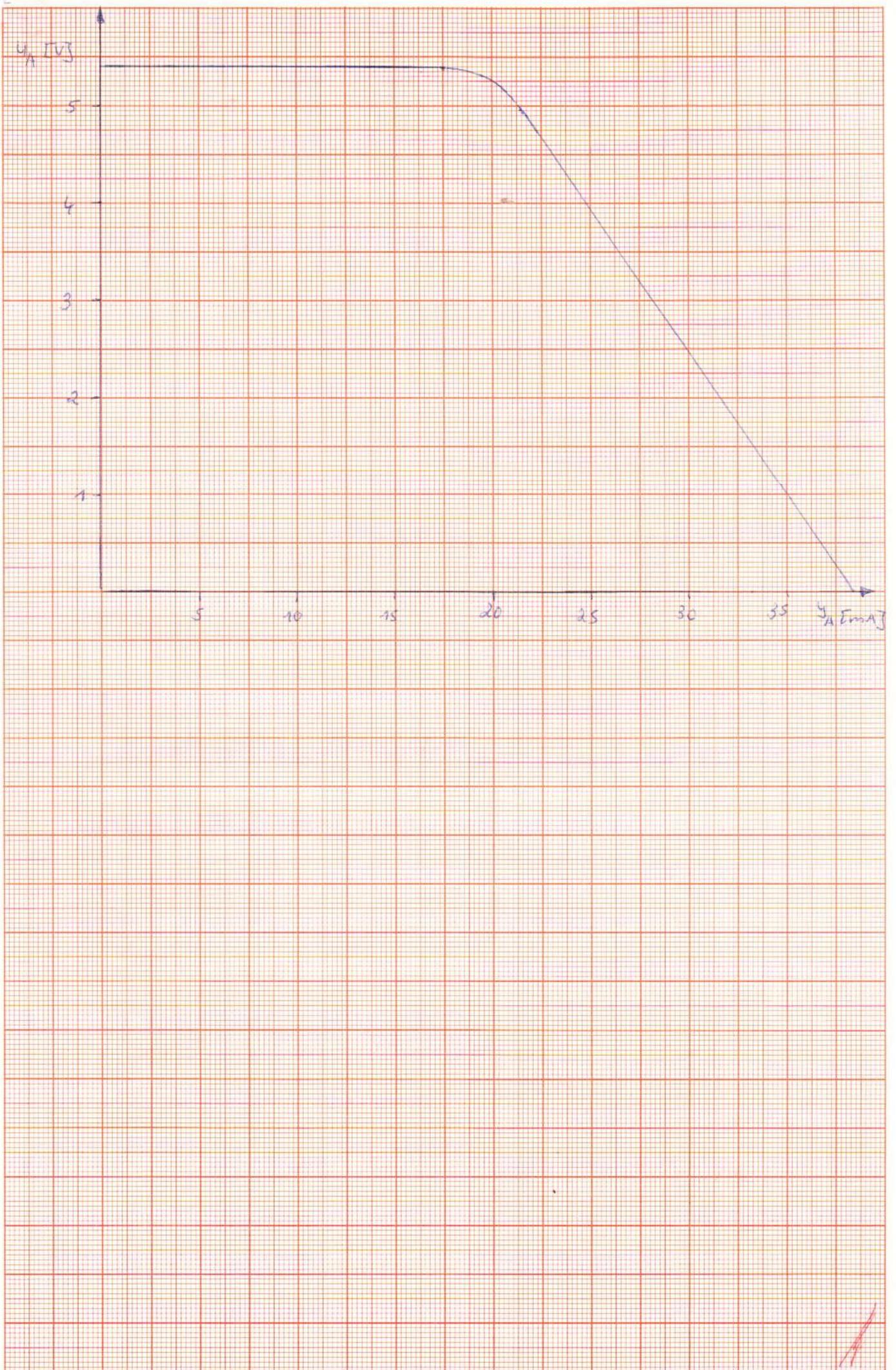


$I_A$ (mA)	0	5	10	15	20	25	30	35	+	39
$U_A$ (V)	5,4	5,4	5,4	5,4	5,3	4,05	2,6	1,23	1,55	0

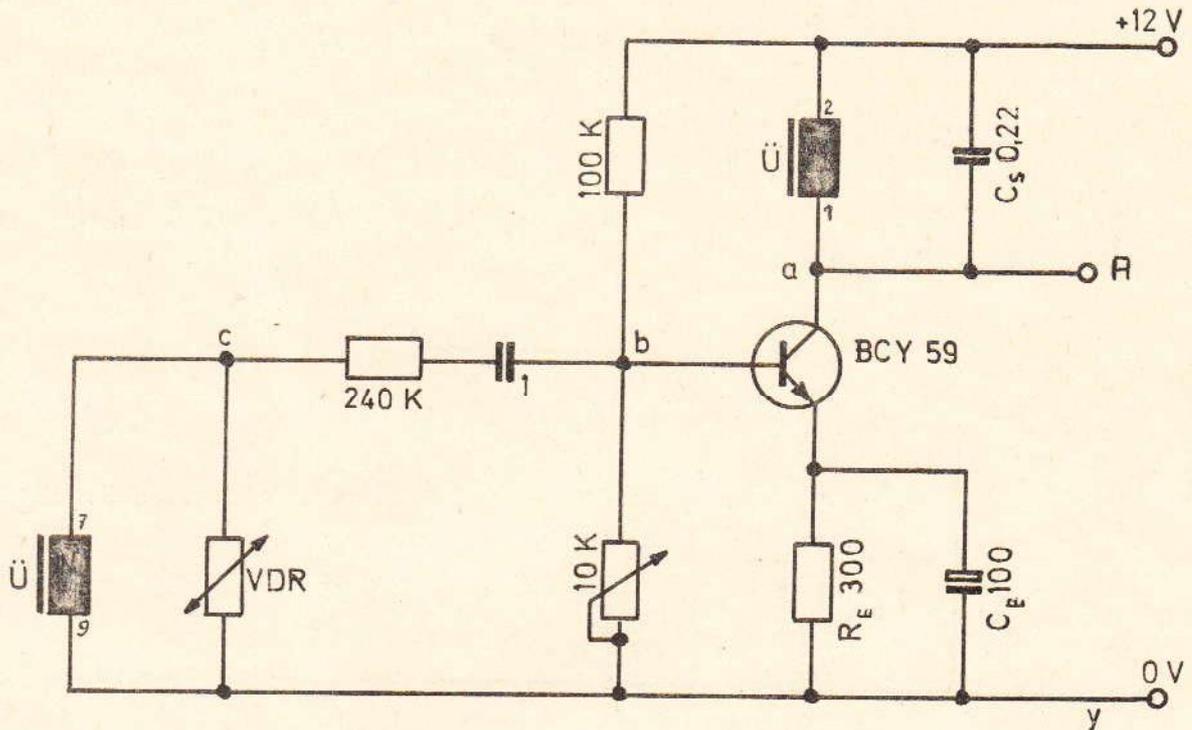
Aufgabe:

- Zeichnen Sie ein Diagramm  
 senkrechte Achse =  $U_A$   
 waagrechte Achse =  $I_A$
- Beschreiben Sie die Wirkungsweise dieser Schaltung.

+ bei 17 Ohm



## L - C Generator



- Bauen Sie die oben gezeichnete Schaltung auf der PEK-Netzwerkplatte auf.
- Mit dem Potentiometer ist die Schaltung zum Schwingen zu bringen und die Ausgangsspannung  $U_A$  auf  $4 V_{SS}$  einzustellen.
- Die Ausgangsfrequenz  $f_0$  am Generator ist
  - mit dem Oszillograph und dem Generator (Lissajous'sche Figur) zu vergleichen  
 $f_0 = \dots 628 \dots \text{ Hz}$
  - mit dem Oszillograph zu messen  
 $f_0 = \frac{1}{T} = \frac{10^6}{162} = 617 \text{ Hz}$
- Aus der nach Punkt 3a gemessenen Frequenz und dem verwendeten C ist die Induktivität L zu berechnen.

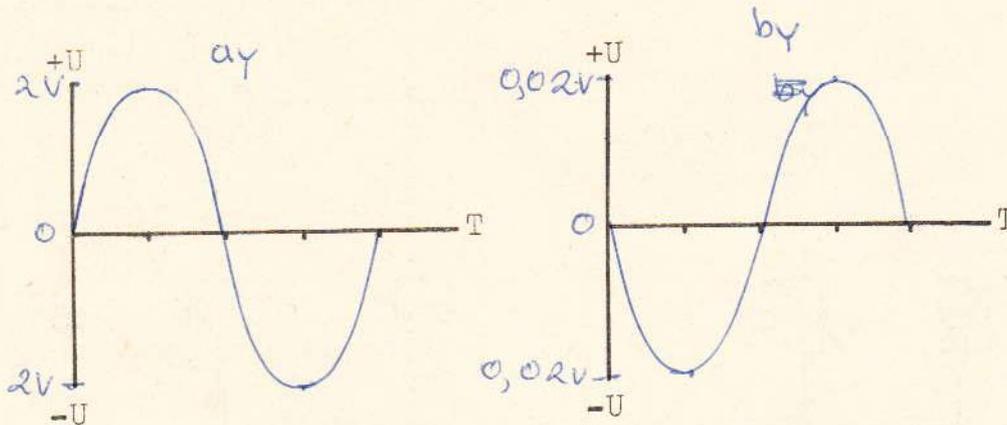
Zu 4.

$$L_0 = \frac{1}{(2 \cdot \pi \cdot f_0)^2 \cdot C} = \frac{1}{4,9,87 \cdot 39400 \cdot 0,22} = 280 \text{ nH}$$

5. Mit der nach Punkt 4 berechneten Induktivität ist die Frequenz  $f_0$  zu berechnen.

$$f_0 = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L \cdot C}} = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot \sqrt{280 \cdot 10^{-9} \cdot 0,22}} = 628 \text{ Hz}$$

6. Die Spannungen an den Punkten a-y und b-y sind zu messen und ihrer Phasenlage nach in die Diagramme einzutragen.



7. Um welche Art von Kopplung handelt es sich?

... ~~Gegen~~ Mit ... Kopplung

8. Welche Aufgabe erfüllt  $R_E$  in dieser Schaltung?

Er stabilisiert das Temperaturverhalten des Transistors

9. Welche Aufgabe erfüllt  $C_E$  in dieser Schaltung?

$C_E$  schließt  $R_E$  wechselstrommäßig kurz

10. Welche Aufgabe erfüllt der VDR in dieser Schaltung?

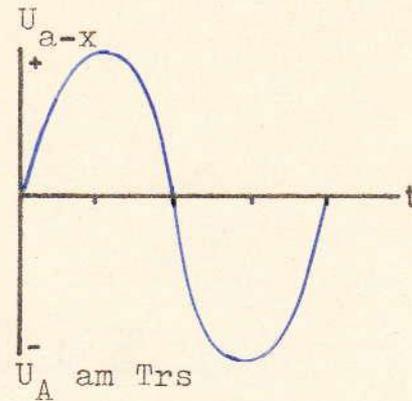
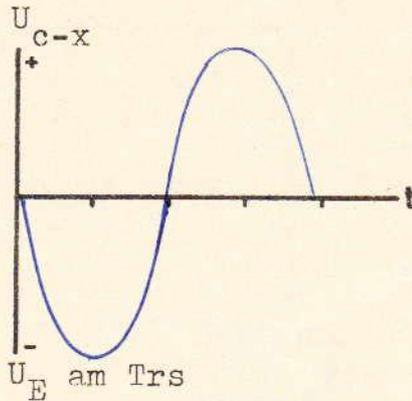
VDR baut die Induktionsspannungspitzen ab

11. Was geschieht wenn von dem Übertrager die Punkte 7 und 9 vertauscht werden?

Dann wird aus der Mit - eine Gegenkopplung der beide Wicklungen und es treten keine Schwingungen mehr auf.



5. Die Spannungen an den Punkten a-x und f-x sind zu messen und ihrer Phasenlage nach in die Diagramme einzutragen.



6. Um welche Art von Kopplung handelt es sich.

.....Mit - .....Kopplung

7. Welche Aufgabe erfüllt  $R_E$  in dieser Schaltung.

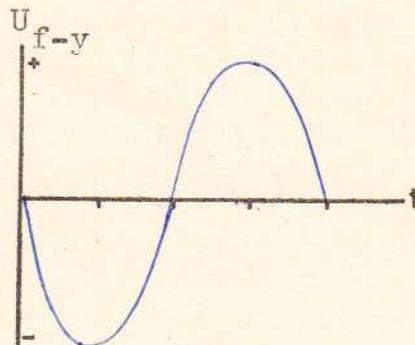
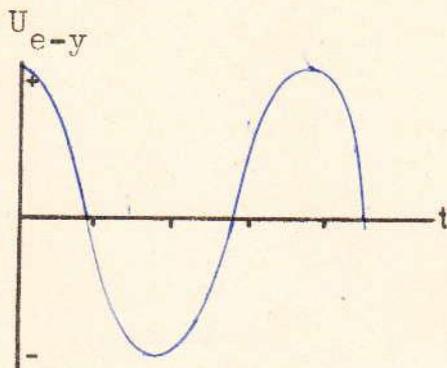
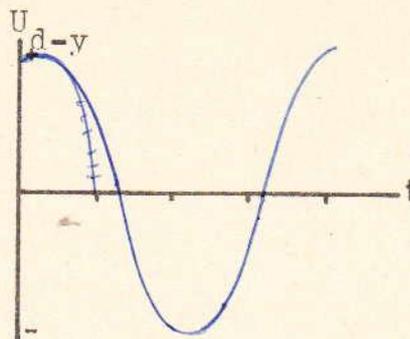
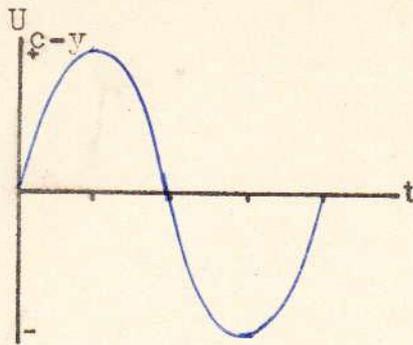
Der  $R_E$  stabilisiert das Temperaturverhalten des TRS

8. Welche Aufgabe erfüllt  $C_E$  in dieser Schaltung

Der  $C_E$  schließt den  $R_E$  kurz (wechselstrommäßig)

Für die nun folgenden Messungen ist der Transistor BCY 59, das Netzgerät und die Verbindung von Punkt b nach c ( Potentio - meter ) zu entfernen.

9. An den Punkt c-y der RC-Kette ist die nach 4c gemessene Sinuswechselspannung anzulegen. Die Phasenlage der Spannungen an den Punkten c-y , d-y , e-y und f-y sind zu messen und in die Diagramme einzutragen.



10. Um wieviel Grad ist die Spannung gegenüber c-y an den Punkten d-y, e-y und f-y verschoben.

60, 120, 180 Grad

11. Die Eingangsspannung (c-y) und die Ausgangsspannung (f-y) an der RC-Kette ist zu messen und das Verhältnis zu berechnen.

$$\frac{\text{Eingangssignal}}{\text{Ausgangssignal}} = \frac{0,15}{0,03} \frac{V_{SS}}{V_{SS}} = 25$$

12. Wie hoch muß die Spannungsverstärkung des Verstärkers sein um den Generator zum Schwingen zu bringen.

$\gamma$  min  $\geq 25$  fach

13. Was geschieht wenn die Verstärkung

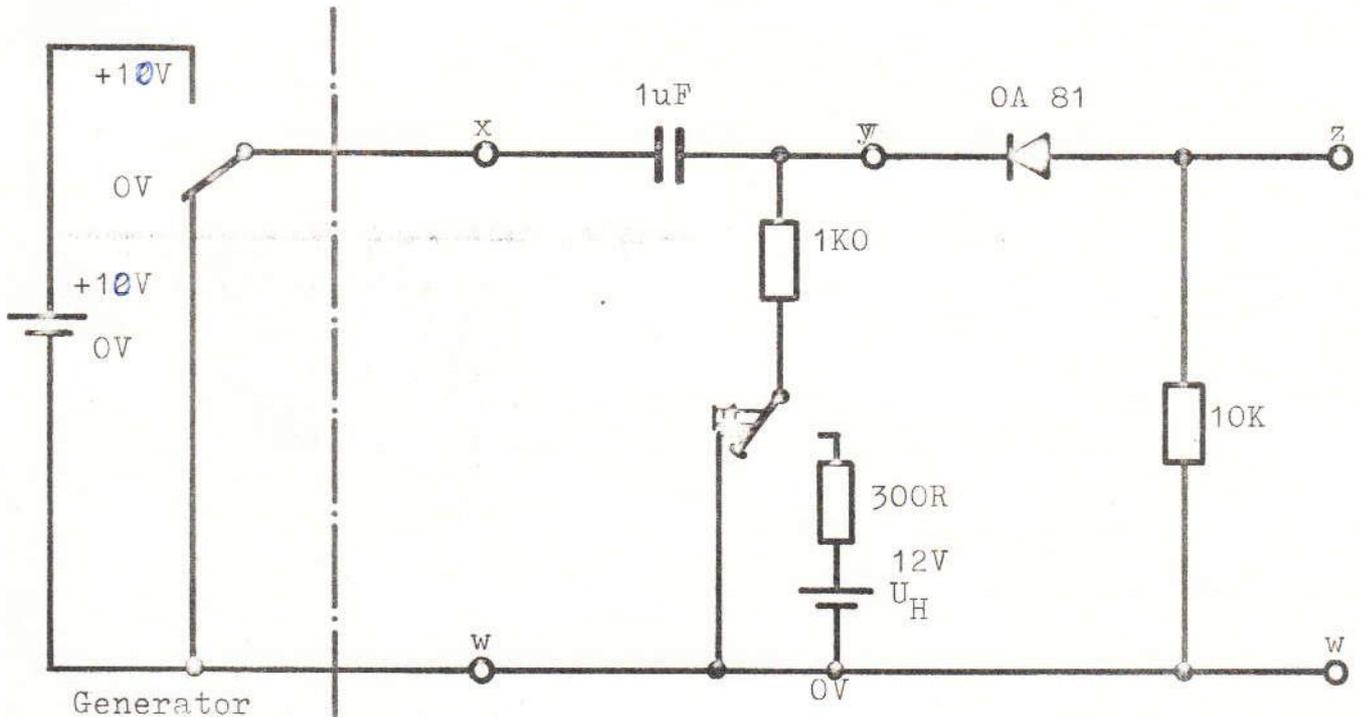
a. kleiner als das gemessene Verhältnis ist

Der Generator schwingt nicht mehr

b. größer als das gemessene Verhältnis ist.

Der Generator übersteuert

Torschaltung



Generator

0 = Generator-  
Kurzschluß

a) Taste in Ruhe

1. Zeichnen Sie den Spannungsverlauf an den Punkten x - w
2. Zeichnen Sie den Spannungsverlauf an den Punkten y - w
3. Zeichnen Sie die Ausgangsspannung an den Punkten z - w
4. Zeichnen Sie die Ausgangsspannung an den Punkten z - w bei gedrehter Diode

b) Taste gedrückt

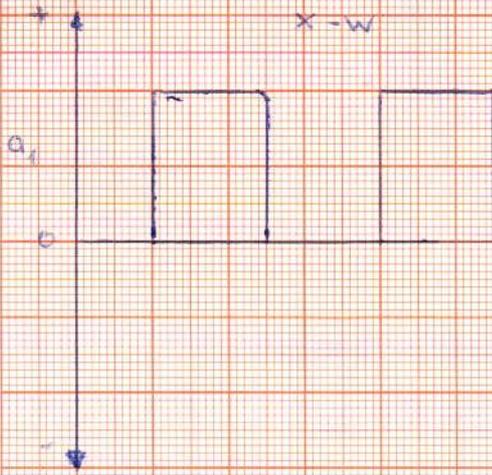
1. Zeichnen Sie den Spannungsverlauf an den Punkten y - w
2. Zeichnen Sie die Ausgangsspannung an den Punkten z - w
3. Zeichnen Sie die Ausgangsspannung an den Punkten z - w bei gedrehter Diode
4. Was geschieht, wenn die Hilfsspannung  $U_H$  kleiner als die Eingangsspannung  $U_E$  wird ?

a) bei gedrehter Diode

b) bei gezeichneter Lage der Diode

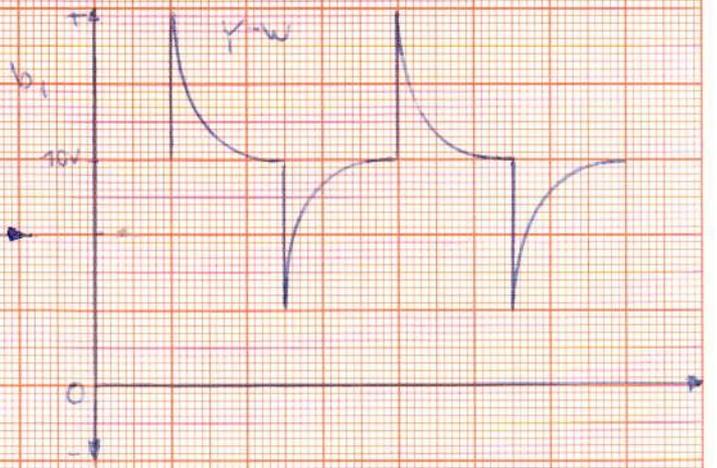
Taste in Ruhe

x-w

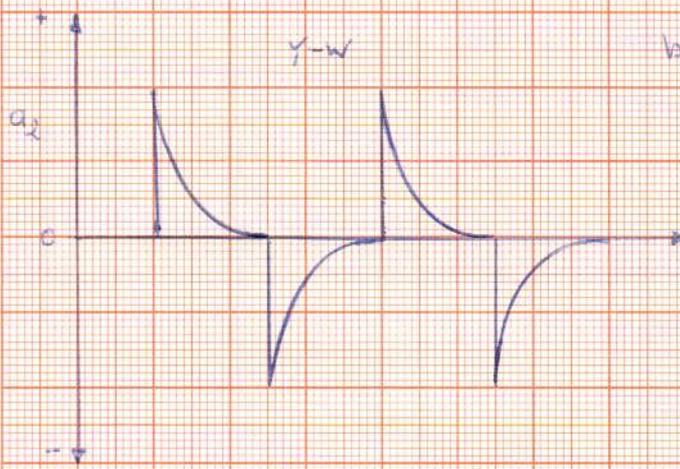


Taste gedrückt

y-w



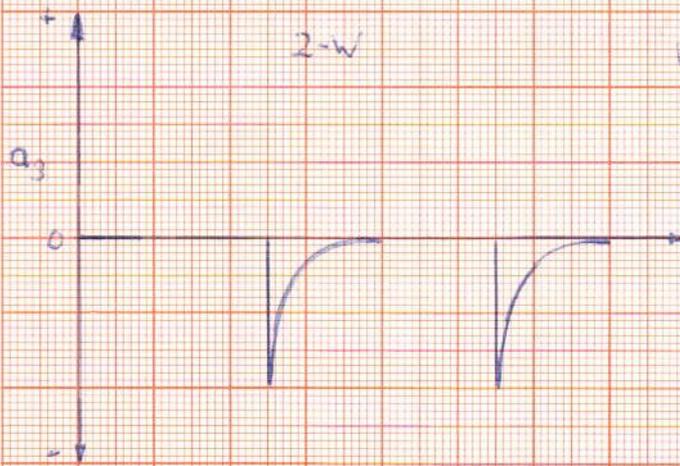
y-w



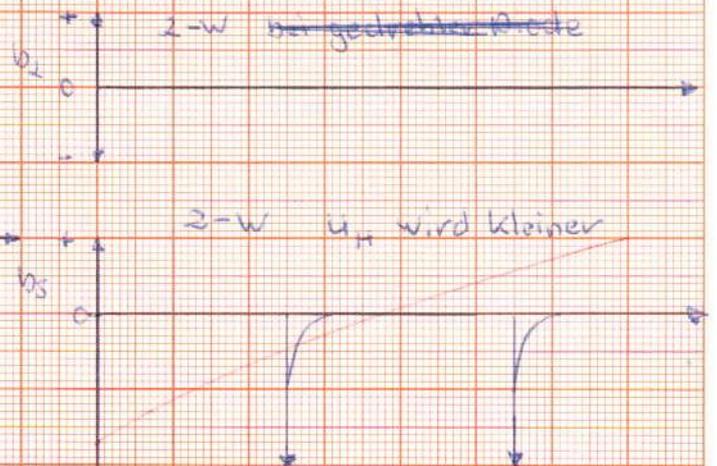
2-w bei gedrehter Diode



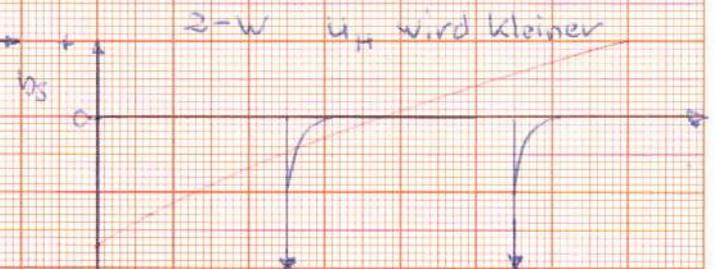
2-w



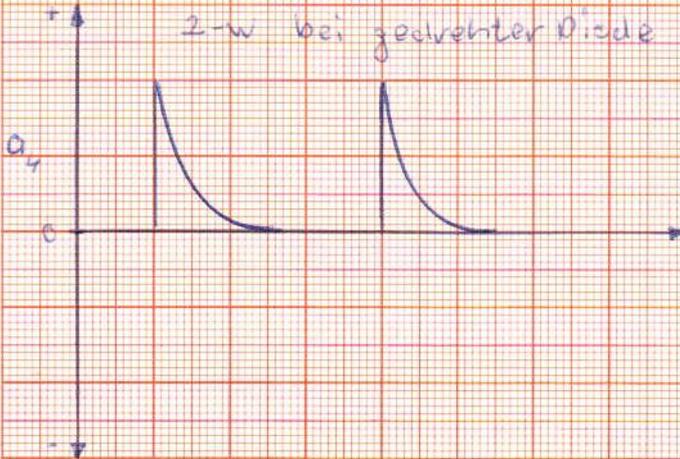
~~2-w bei gedrehter Diode~~



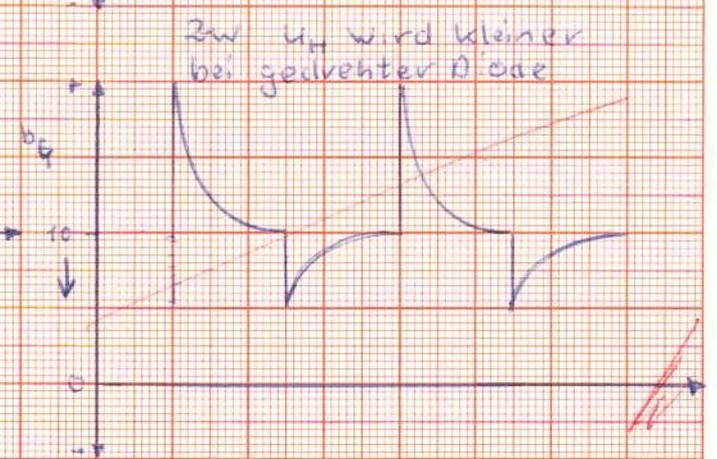
2-w  $u_H$  wird kleiner



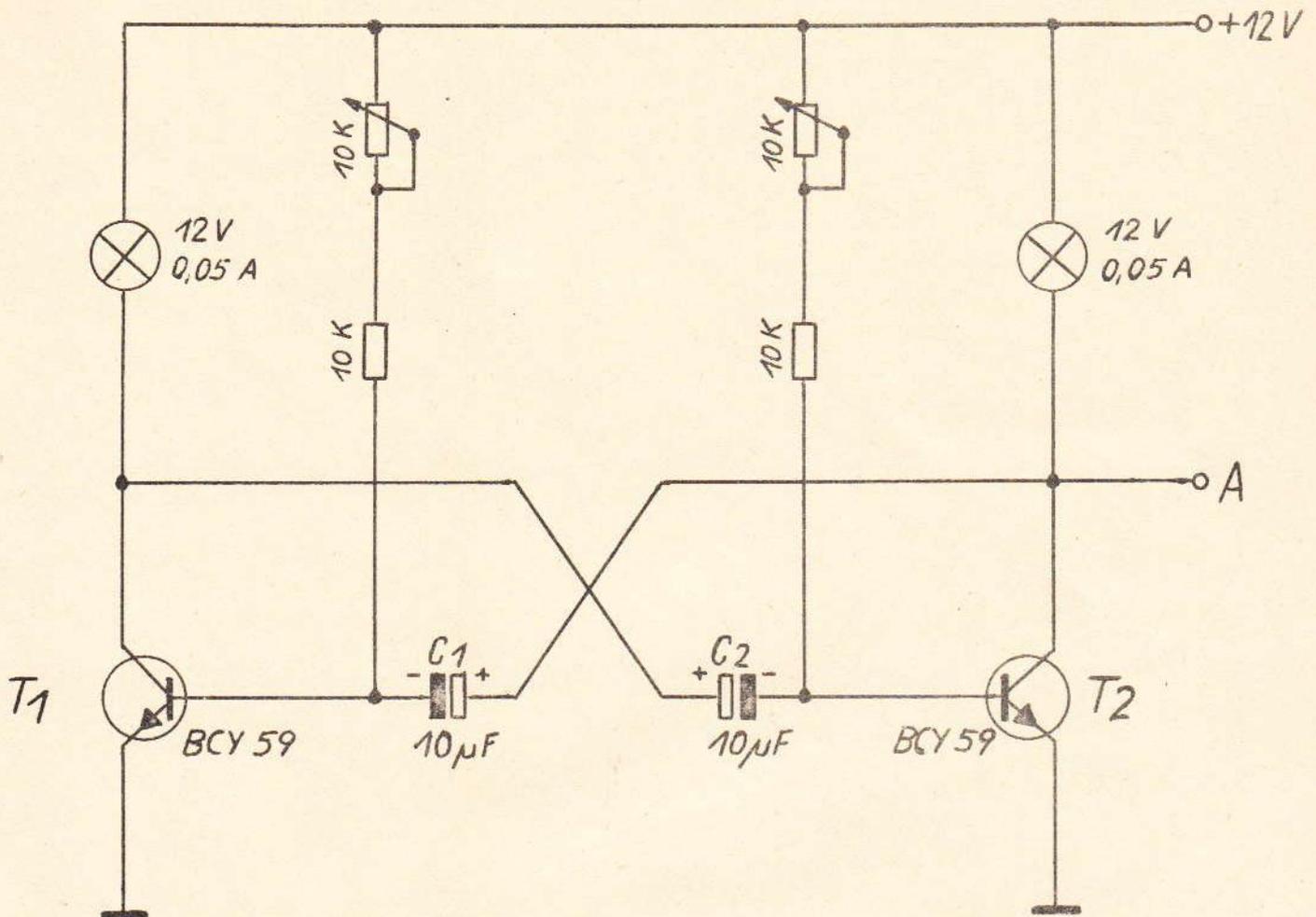
2-w bei gedrehter Diode



2w  $u_H$  wird kleiner bei gedrehter Diode

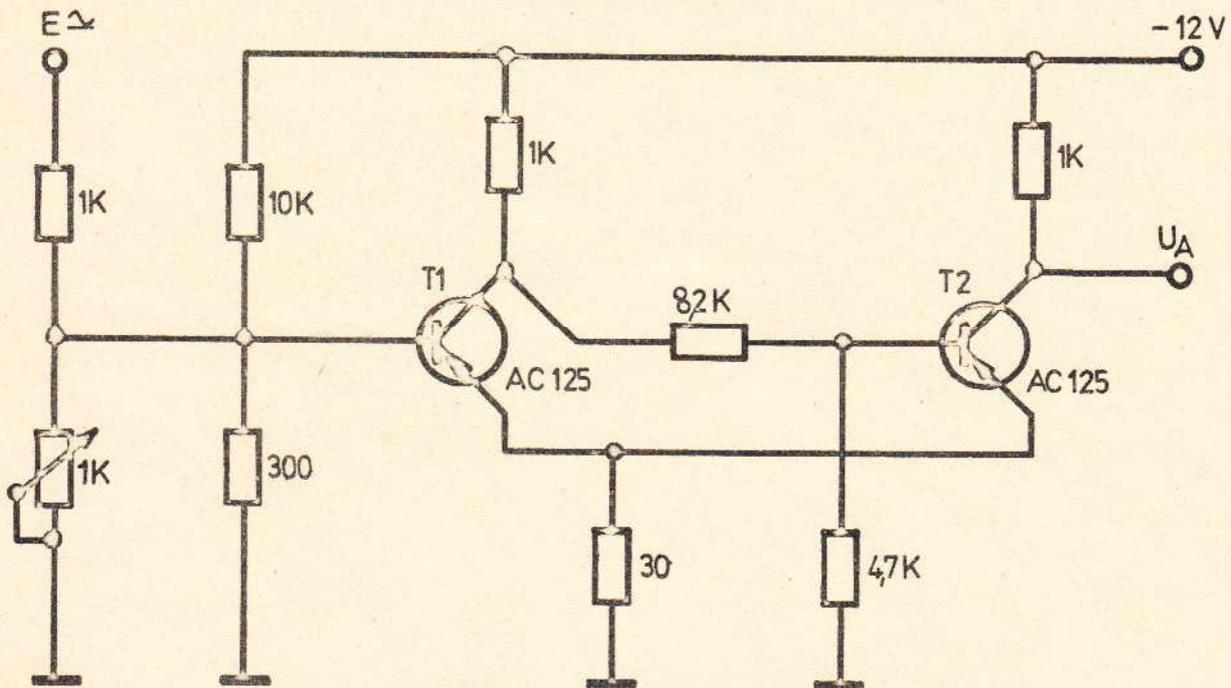


## A s t a b i l e K i p p s t u f e

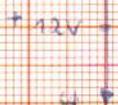
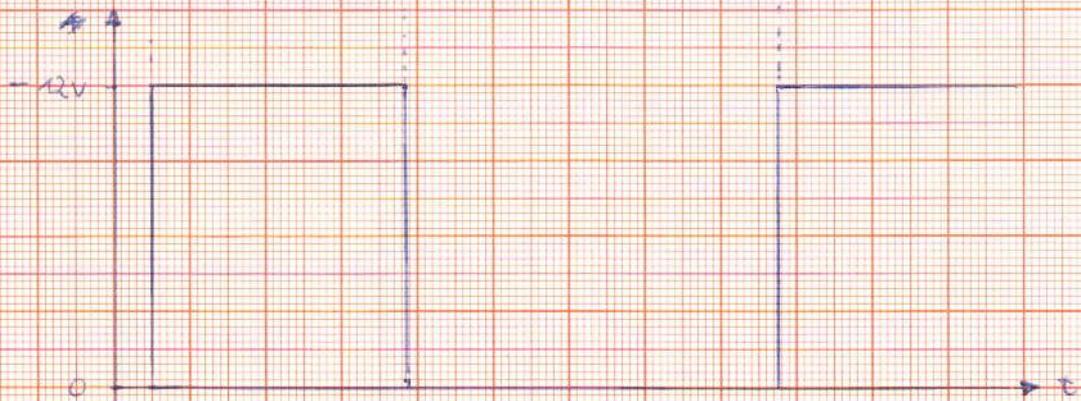
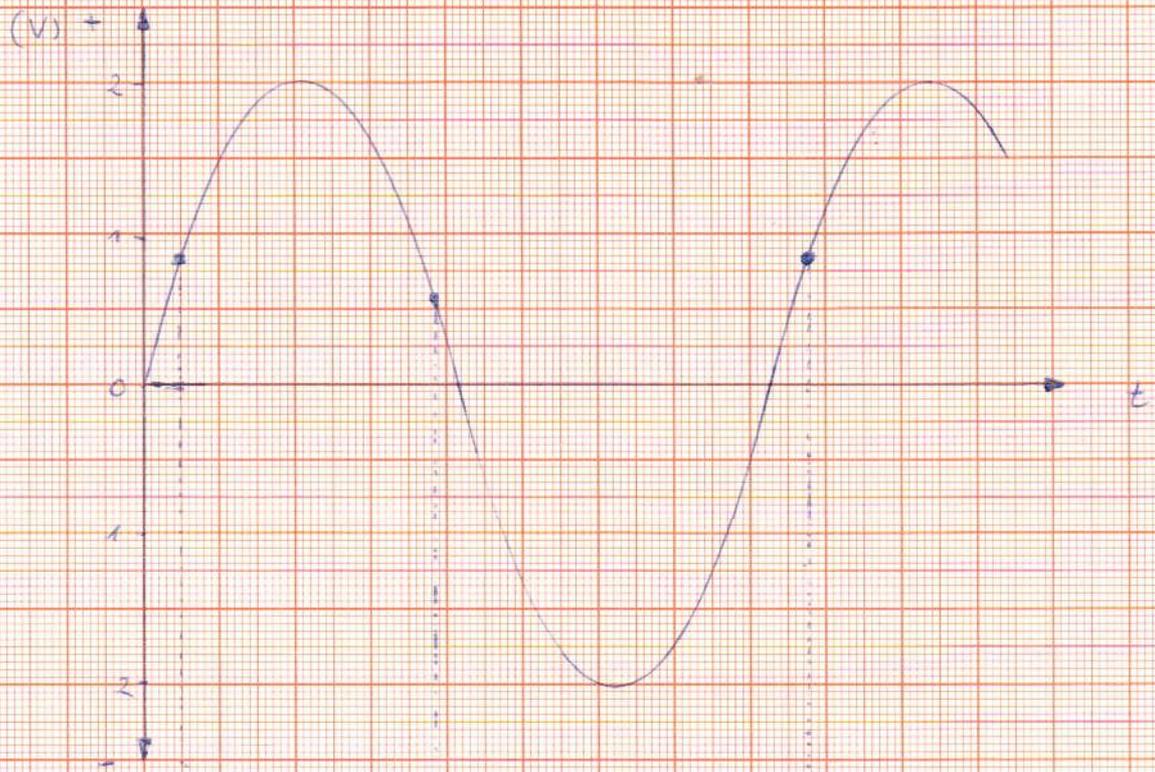
Fragen:

1. In welchem Zustand befinden sich die Transistoren, wenn  $C_1$  und  $C_2$  fehlen?
2. Was geschieht, wenn  $C_1$  und  $C_2$  gesteckt sind und die Basis vom Tr 1 auf Masse gelegt wird?
3. Was geschieht, wenn die Basis vom TR 1 freigegeben wird?

## Schmitt - Trigger

Fragen:

1. Keine Eingangsspannung: a) Welcher Trs ist leitend?  
b) Welcher Trs ist gesperrt?
2. An den Eingang wird eine Spannung gelegt; durch Verdrehen des Potentiometers (1K $\Omega$ ) wird die Eingangsspannung am Trs 1 langsam erhöht. Wie verhält sich die Schaltung?
3. Durch Drehen am Potentiometer wird die Eingangsspannung verringert. Wie verhält sich die Schaltung?
4. Stellen Sie die Spannungen fest, bei denen die Änderungen nach Punkt 2 und 3 auftreten.
5. Versuchen Sie zu begründen, warum sich die Schaltung in der beobachteten Weise verhält.
6. Wozu könnte Ihrer Meinung nach die Schaltung verwendet werden?
7. An den Eingang ist eine Sinus-Wechselspannung anzulegen. Der Ausgang ist zu untersuchen, das Ergebnis ist in die beiden Diagramme einzutragen.



Thyristora) Einführung

Der Thyristor ist eine Vierschichtdiode mit Steuerelektrode. Grundsätzlich arbeitet der Thyristor wie eine Diode, ist jedoch in beiden Richtungen gesperrt und wird erst durch Anlegen einer sehr hohen Zündspannung (Nullkippspannung) im Durchlaßbereich leitend. (Das kann zur Zerstörung des Thyristors führen).

Ein Impuls (wenige mA) an der Steuerelektrode ermöglicht ein vorzeitiges Zünden des Thyristors. Je größer der Stromstoß ist, desto geringer wird die Zündspannung. Der Thyristor bleibt dann leitend und kann durch folgende Maßnahmen wieder gelöscht werden:

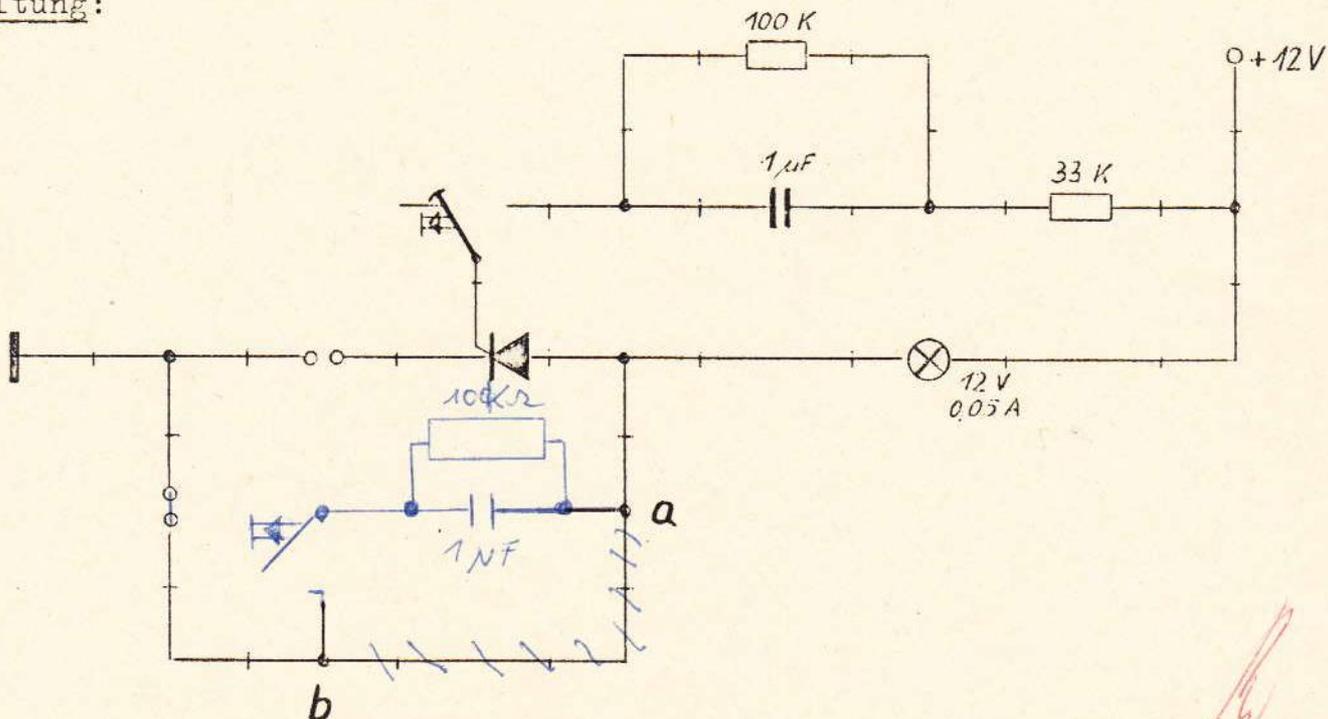
- Haltestrom unterschreiten
- Stromkreis öffnen
- Thyristor kurzzeitig überbrücken.

b) Versuchsziel

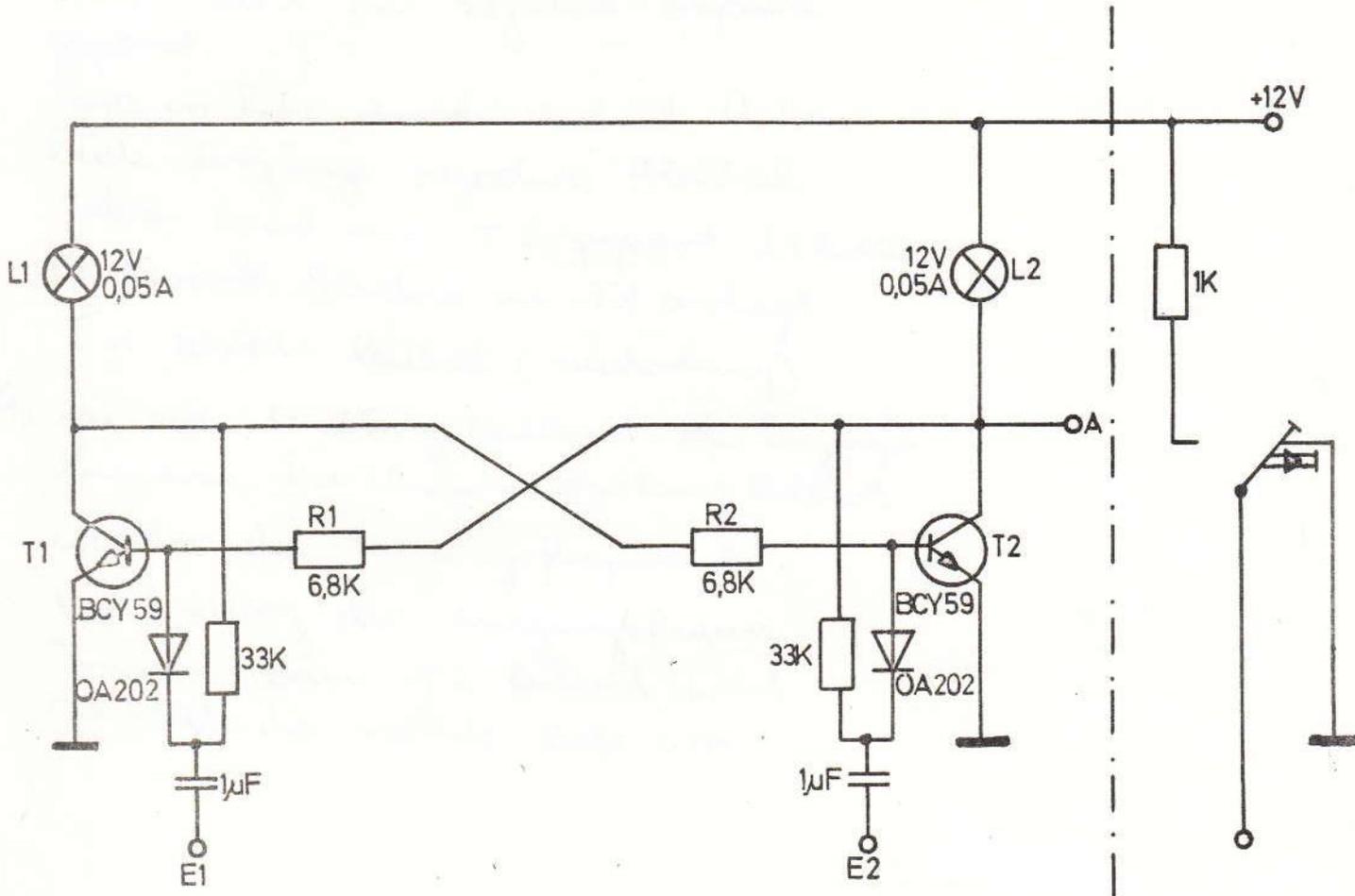
Dieser Versuch soll das Verhalten eines Thyristors in einem Stromkreis erkennen lassen.

c) Durchführung des Versuches

- Aufgabe: 1. Wie groß ist der Haltestrom (Mindeststrom, bei dem der Thyristor leitend bleibt)?  $1,9 \text{ mA}$
2. Entwerfen Sie eine Schaltung, die ein kurzzeitiges Überbrücken des Thyristors ermöglicht. (diese Schaltung soll zwischen a/b eingefügt werden).

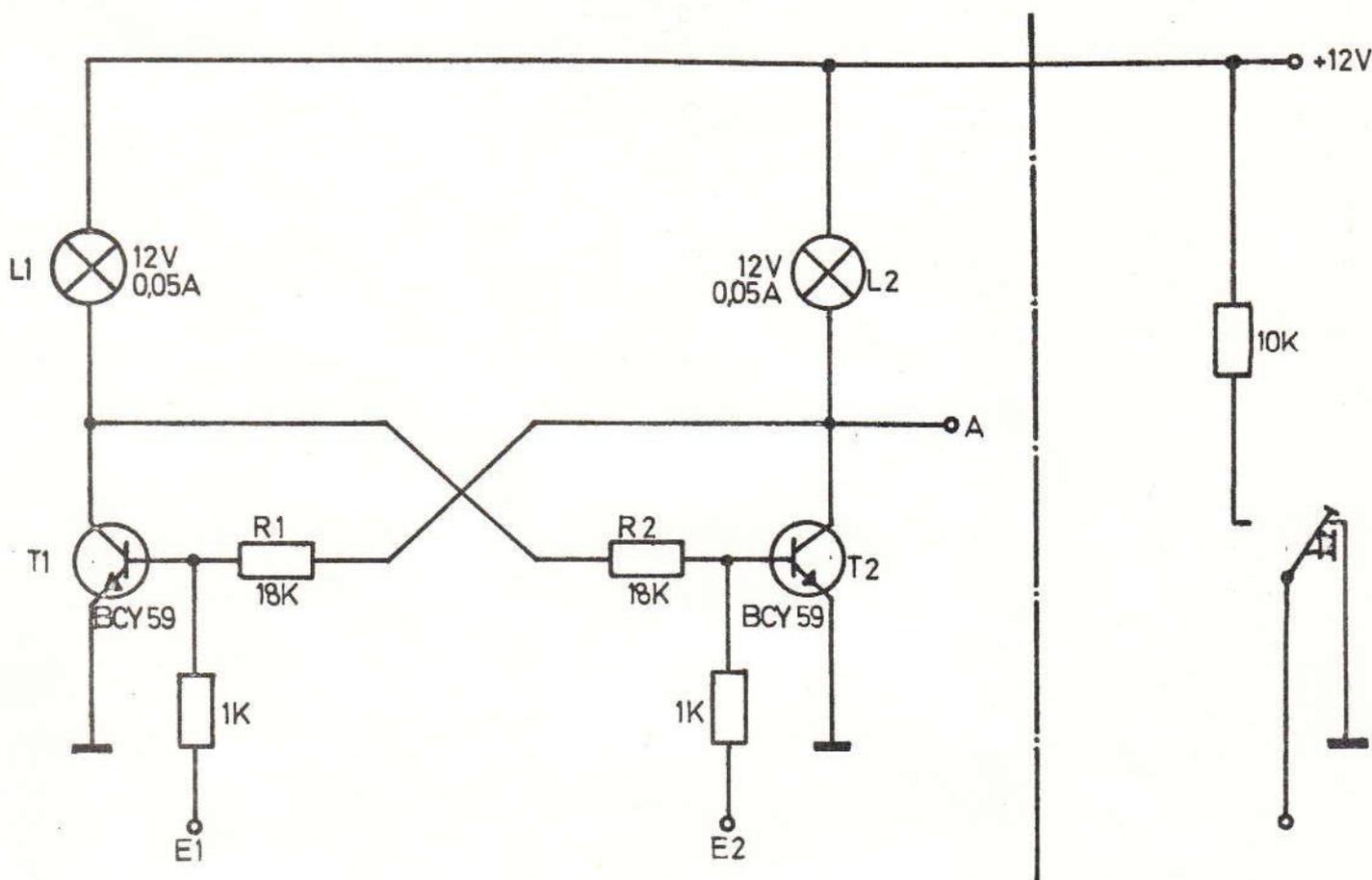
Schaltung:

Bistabiler Multivibrator (dynamische Ansteuerung)



Fragen:

1. Welche Impulse werden durch die Diode unterdrückt?
2. Welcher Transistor (leitend oder gesperrt) wird angesteuert?
3. Was geschieht, wenn die beiden Kondensatoreingänge zusammenschaltet werden?
4. Was geschieht, wenn Sie vom Kollektorausgang (Tr2) dieser Schaltung eine zweite gleichartige Schaltung ansteuern?

Bistabiler Multivibrator (Grundprinzip mit statischer Ansteuerung)Durchführung des Versuchs1.  $R_1$  fehlt

1.1 Messen Sie  $U_{BE1} = 0V$        $U_{CE1} = 12V$   
 $U_{BE2} = 0,8V$        $U_{CE2} = 130mV$

1.2 Warum leuchtet Lampe 2?

2.  $R_2$  wird gesteckt

2.1 Messen Sie  $U_{BE1} = 49mV$        $U_{CE1} = 12V$   
 $U_{BE2} = 0,8V$        $U_{CE2} = 130mV$

2.2 Warum brennt Lampe 2, jedoch nicht Lampe 1?

2.3 Wie arbeiten die zwei Transistoren in dieser Schaltung?

2.4 Welche Schaltzustände treten auf?

2.5 Wie kann ein Kippvorgang ausgelöst werden (L 1 soll leuchten)?

3. Welche Möglichkeiten bestehen um Lampe 2 wieder zum Leuchten zu bringen, ohne den Schaltungsaufbau zu verändern?

---

K i p p s t u f e n

---

Kippstufen (Multivibratoren) sind elektronische, rückgekoppelte Schaltungen, deren Ausgangspotentiale nur zwei unterschiedliche Werte annehmen können, die entweder dauernd oder über eine bestimmte Zeit stabil sind. Das Wechseln zwischen beiden Potentialen erfolgt sprunghaft und wird Kippvorgang genannt.

Kippschaltungen bestehen (z.B.) aus zwei Transistorschaltstufen, von denen eine leitend und die andere gesperrt ist. Während eines Kippvorganges wechseln beide Transistorleitzustände, d.h., der leitende Transistor wird gesperrt und gleichzeitig wird der gesperrte Transistor leitend.

Man unterscheidet folgende Kippstufen:

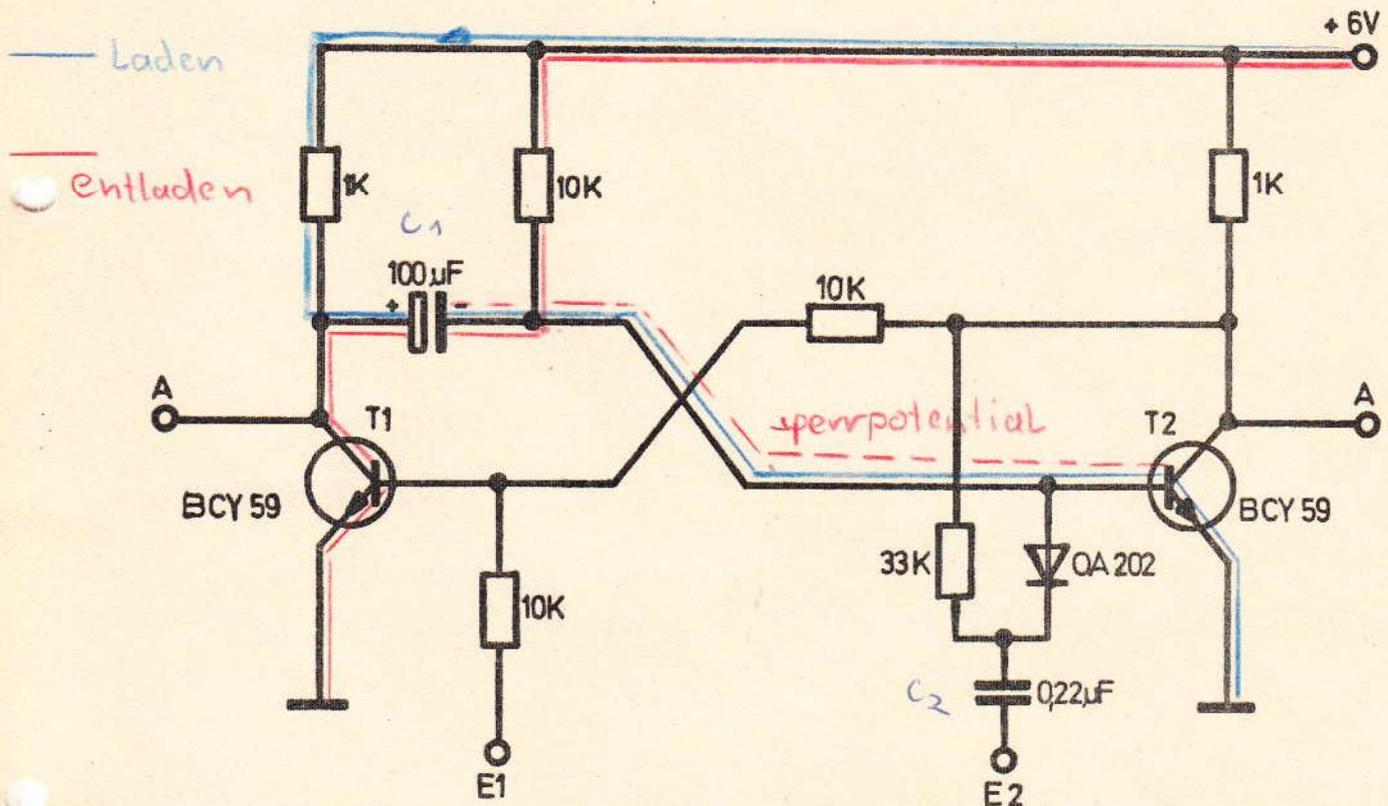
1. Bistabile Kippstufen
2. Schmitt - Trigger
3. Monostabile Kippstufen
4. Astabile Kippstufen

1. Bistabile Kippstufen: Ein Kippvorgang von der Ruhelage in die Arbeitslage und der Rückkippvorgang von der Arbeitslage in die Ruhelage wird von außen statisch oder dynamisch ausgelöst. Beide Lagen sind dauernd stabil.

Zur Gruppe der Kippstufen gehört auch der Schmitt-Trigger: Ein Kippvorgang erfolgt beim Anlegen eines Eingangssignals ab einem bestimmten Spannungswert (Schwellwert). In dieser Lage bleibt die Kippstufe solange bis ein bestimmter Spannungswert nicht unterschritten wird. Das Eingangssignal wird also in eine Rechteckausgangsspannung verwandelt. Beide Lagen sind dauernd stabil.

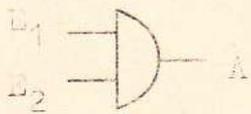
2. Monostabile Kippstufen: Ein Kippvorgang von der Ruhelage in die Arbeitslage wird ebenfalls von außen eingeleitet, während der Rückkippvorgang von der Arbeitslage in die Ruhelage nach einer schaltungsabhängigen Zeit selbsttätig erfolgt. Die Arbeitslage ist also nur eine gewisse Zeit stabil. Es ist nur eine Lage dauernd stabil.

## Monostabile Kippstufe

Fragen:

1. Welche Spannungen herrschen am Trs 1 (Trs 2) im Ruhezustand?
2. a) Wie wirkt die statische Ansteuerung? (E 1)  
b) Wie wirkt die dynamische Ansteuerung?(E 2)
3. Wie kann die Kippzeit beeinflusst werden? (Schaltelemente)
4. Welche Grenzen gelten für den Basiswiderstand?
5. Zeichnen Sie in die Schaltung den Lade- und Umladestromkreis des Kondensators  $100 \mu\text{F}$  ein.
6. Welche Aufgabe hat die monostabile Kippstufe?

Logische Verknüpfungen

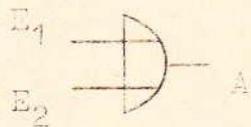


UND  
AND

$$A = E_1 \cdot E_2$$

$$A = E_1 \wedge E_2$$

E <sub>2</sub>	E <sub>1</sub>	A
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

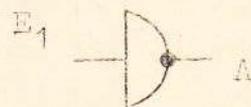


ODER  
OR

$$A = E_1 + E_2$$

$$A = E_1 \vee E_2$$

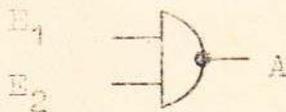
E <sub>2</sub>	E <sub>1</sub>	A
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1



NICHT  
NOT

$$A = \bar{E}$$

E	A
0	1
1	0

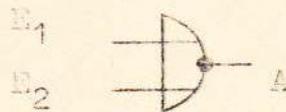


vern. UND  
NAND

$$A = \overline{E_1 \cdot E_2}$$

$$A = \overline{E_1} \vee \overline{E_2}$$

E <sub>2</sub>	E <sub>1</sub>	A
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

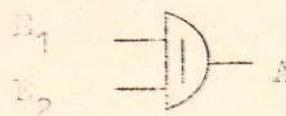


vern. ODER  
NOR

$$A = \overline{E_1 + E_2}$$

$$A = \overline{E_1} \wedge \overline{E_2}$$

E <sub>2</sub>	E <sub>1</sub>	A
1	1	0
1	0	0
0	1	0
0	0	1

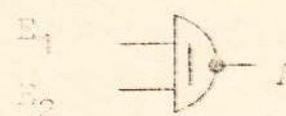


ÄQUIVALENZ

$$A = E_1 \cdot E_2 + \overline{E_1} \cdot \overline{E_2}$$

$$A = E_1 \wedge E_2 \vee \overline{E_1} \wedge \overline{E_2}$$

E <sub>2</sub>	E <sub>1</sub>	A
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1



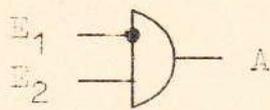
ÄNTEREIVALENZ  
XOR

$$A = \overline{E_1} \cdot E_2 + E_1 \cdot \overline{E_2}$$

$$A = \overline{E_1} \wedge E_2 \vee E_1 \wedge \overline{E_2}$$

E <sub>2</sub>	E <sub>1</sub>	A
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

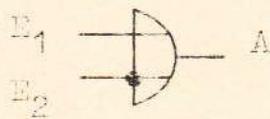
Logische Verknüpfungen



$$A = \bar{E}_1 \cdot E_2$$

$$A = \bar{E}_1 \wedge E_2$$

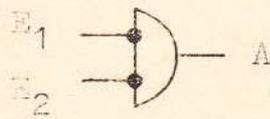
E <sub>2</sub>	E <sub>1</sub>	A
L	L	0
0	L	0
0	0	0
L	0	L



$$A = E_1 + \bar{E}_2$$

$$A = E_1 \vee \bar{E}_2$$

E <sub>2</sub>	E <sub>1</sub>	A
0	0	0
L	L	0
L	0	0
0	L	L

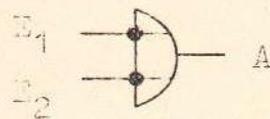


...Nor...

$$A = \bar{E}_1 \cdot \bar{E}_2$$

$$A = \bar{E}_1 \wedge \bar{E}_2$$

E <sub>2</sub>	E <sub>1</sub>	A
L	L	0
L	0	0
0	0	0
0	L	0

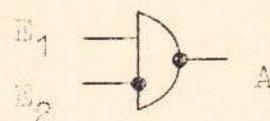


...Nand...

$$A = \bar{E}_1 + \bar{E}_2$$

$$A = \bar{E}_1 \vee \bar{E}_2$$

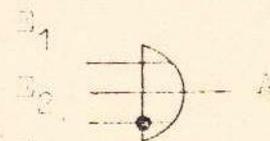
E <sub>2</sub>	E <sub>1</sub>	A
L	L	0
L	0	L
0	L	L
0	0	L



$$A = \overline{E_1 \cdot E_2}$$

$$A = \overline{E_1 \wedge E_2}$$

E <sub>2</sub>	E <sub>1</sub>	A
L	L	L
L	0	L
0	L	L
0	0	L

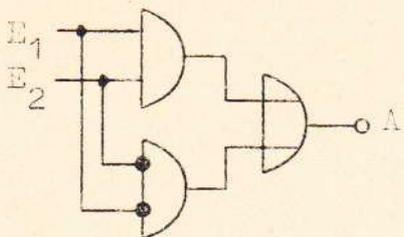


$$A = E_1 + E_2 + \bar{E}_3$$

$$A = E_1 \vee E_2 \vee \bar{E}_3$$

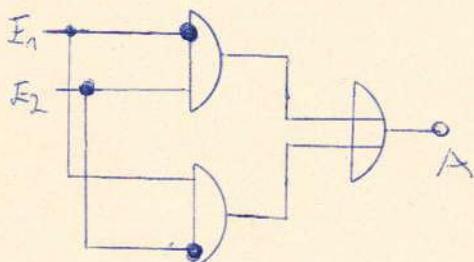
E <sub>3</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>1</sub>	A
0	0	0	L
0	0	L	L
0	L	0	L
0	L	L	L
L	0	0	L
L	0	L	L
L	L	0	L
L	L	L	L

Logische Verknüpfungen



ÄQUIVALENZ....

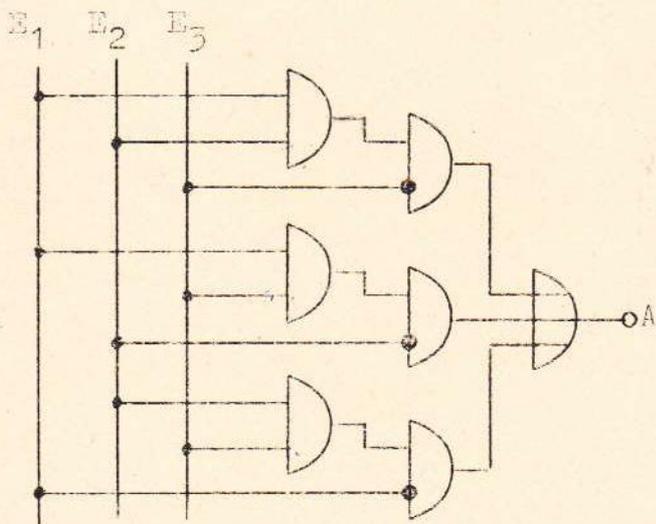
E <sub>2</sub>	E <sub>1</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A
0	0	0	L	L
0	L	0	0	0
L	0	0	0	0
L	L	L	0	L



Antivalenz....

Entwerfen Sie die dazugehörige Schaltung (aus UND, ODER, NICHT)

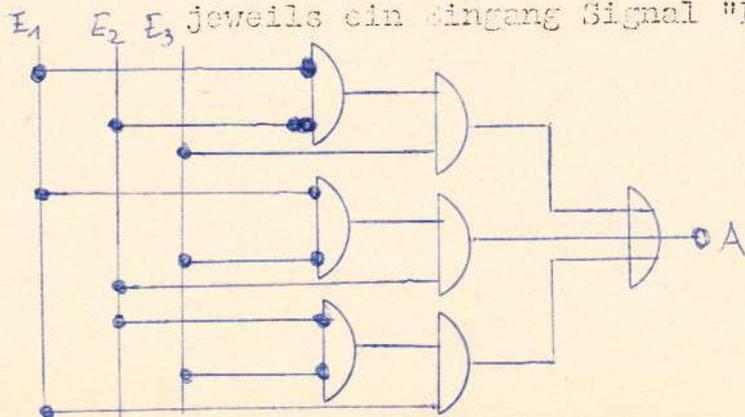
E <sub>2</sub>	E <sub>1</sub>	A
0	0	0
0	L	L
L	0	L
L	L	0



E <sub>3</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>1</sub>	A
0	0	0	0
0	0	L	0
0	L	0	0
0	L	L	L
L	0	0	L
L	0	L	L
L	L	0	L
L	L	L	L

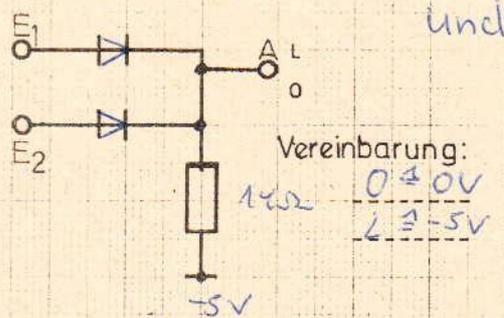
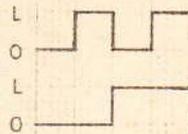
Entwerfen Sie eine Schaltung mit drei Eingängen (E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub>, E<sub>3</sub>) die immer dann ein Signal am Ausgang bringt, wenn nur

jeweils ein Eingang Signal "L" führt.



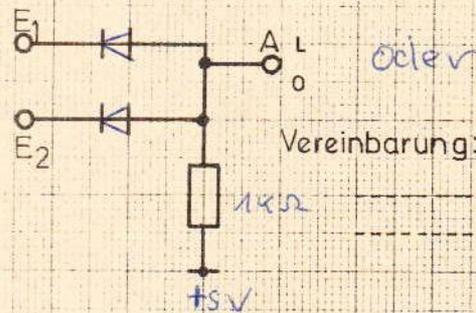
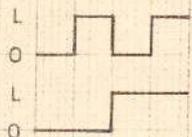
E <sub>3</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>1</sub>	A
0	0	0	0
0	0	L	L
0	L	0	L
0	L	L	L
L	0	0	L
L	0	L	L
L	L	0	L
L	L	L	L

...Logik... Glieder mit Dioden



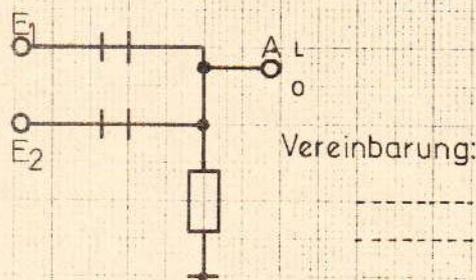
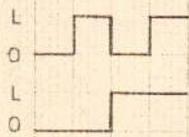
Funktionstabelle

E1	E2	A	E1	E2	A
0V	0V	0V	0	0	0
-5V	0V	0V	1	0	0
0V	-5V	0V	0	1	0
-5V	-5V	-5V	1	1	1



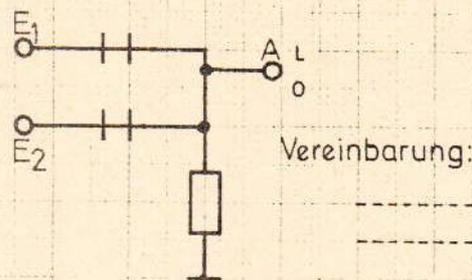
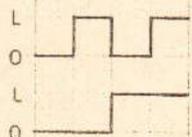
Funktionstabelle

E1	E2	A	E1	E2	A
0V	0V	0V	0	0	0
+5V	0V	+5V	1	0	1
0V	+5V	+5V	0	1	1
+5V	+5V	+5V	1	1	1



Funktionstabelle

E1	E2	A	E1	E2	A

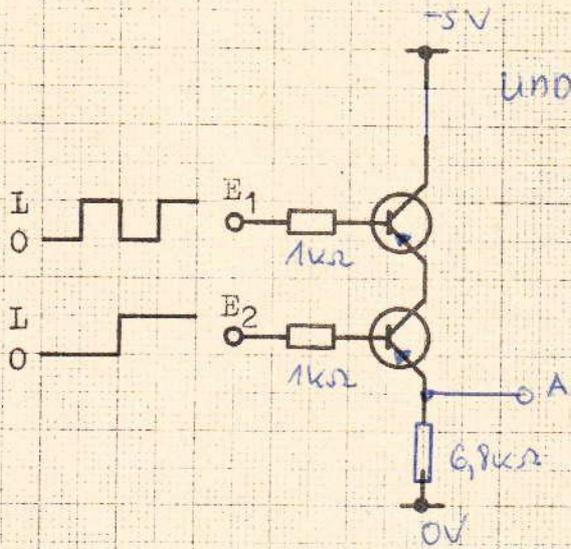


Funktionstabelle

E1	E2	A	E1	E2	A



...logik...Glieder mit Transistoren

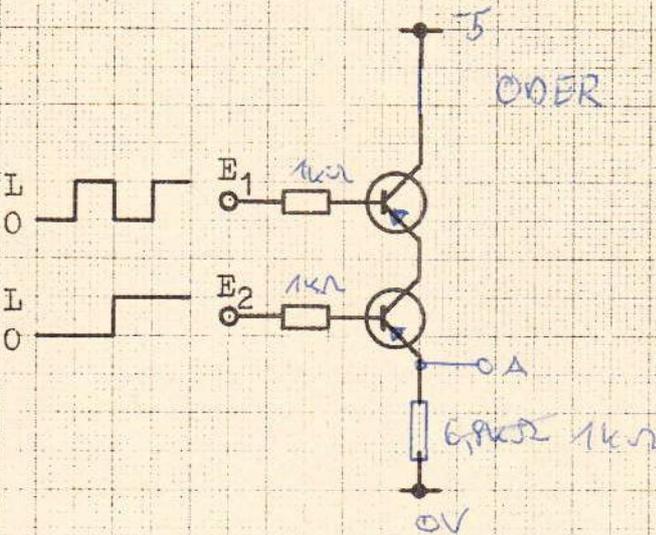


Vereinbarung:

L  $\hat{=}$  -5V  
 0  $\hat{=}$  0V

Funktionstabelle

E <sub>2</sub>	E <sub>1</sub>	A	E <sub>2</sub>	E <sub>1</sub>	A
0V	0V	0V	0	0	0
0V	-5V	0V	0	L	0
-5V	0V	0V	L	0	0
-5V	-5V	-5V	L	L	L

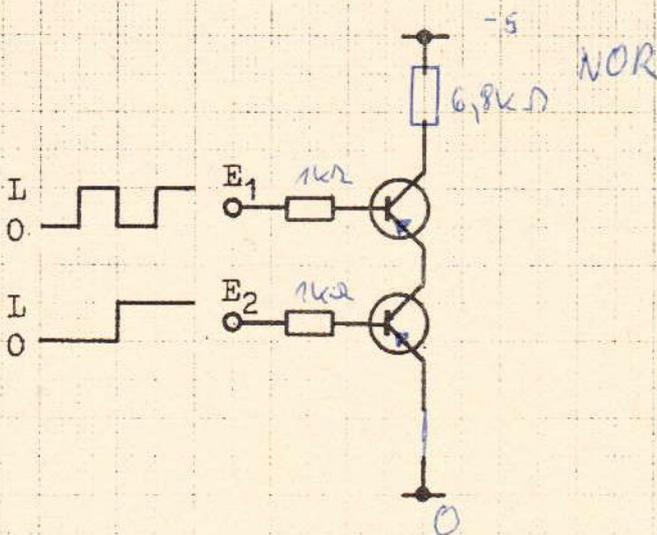


Vereinbarung:

L  $\hat{=}$  0V  
 0  $\hat{=}$  -5V

Funktionstabelle

E <sub>2</sub>	E <sub>1</sub>	A	E <sub>2</sub>	E <sub>1</sub>	A
-5V	-5V	-5V	0	0	0
-5V	0V	0V	0	L	L
0V	-5V	0V	L	0	L
0V	0V	0V	0	L	L



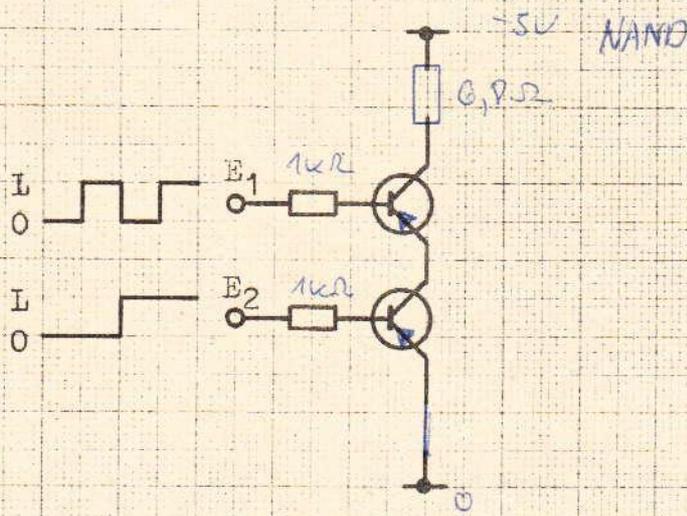
Vereinbarung:

L  $\hat{=}$  0V  
 0  $\hat{=}$  -5V

Funktionstabelle

E <sub>2</sub>	E <sub>1</sub>	A	E <sub>2</sub>	E <sub>1</sub>	A
-5V	-5V	0V	0	0	L
-5V	0V	-5V	0	L	0
0V	-5V	-5V	L	0	0
0V	0V	-5V	L	L	0

.....Glieder mit Transistoren



Vereinbarung:

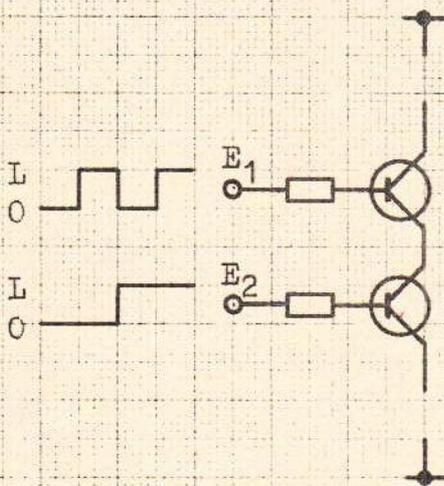
L  $\hat{=}$  -5V

O  $\hat{=}$  0V

Funktionstabelle

E <sub>2</sub>	E <sub>1</sub>	A
0V	0V	-5V
0V	-5V	-5V
-5V	0V	-5V
-5V	-5V	0V

E <sub>2</sub>	E <sub>1</sub>	A
0	0	L
0	L	L
L	0	L
L	L	O



Vereinbarung:

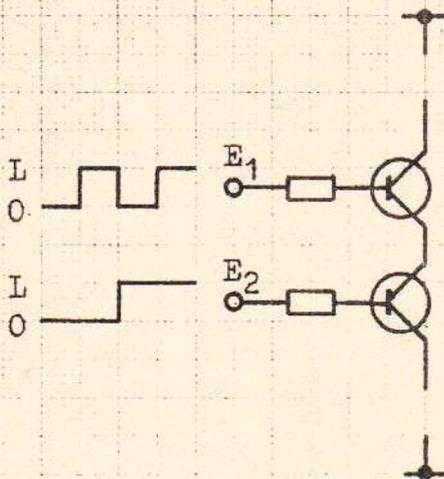
L  $\hat{=}$  \_\_\_\_\_

O  $\hat{=}$  \_\_\_\_\_

Funktionstabelle

E <sub>2</sub>	E <sub>1</sub>	A

E <sub>2</sub>	E <sub>1</sub>	A



Vereinbarung:

L  $\hat{=}$  \_\_\_\_\_

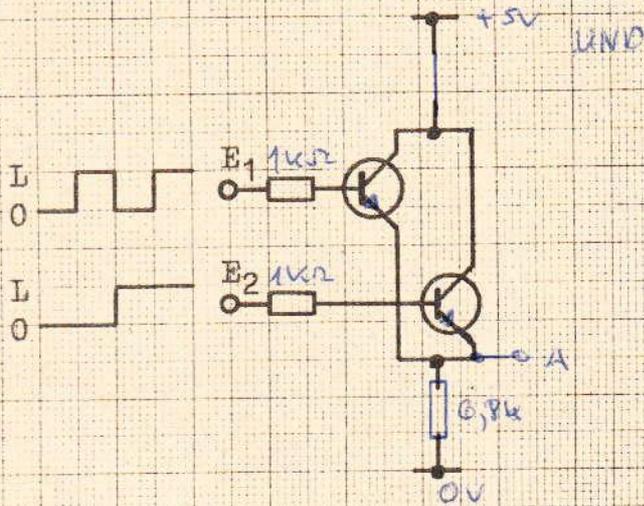
O  $\hat{=}$  \_\_\_\_\_

Funktionstabelle

E <sub>2</sub>	E <sub>1</sub>	A

E <sub>2</sub>	E <sub>1</sub>	A

Logik... Glieder mit Transistoren



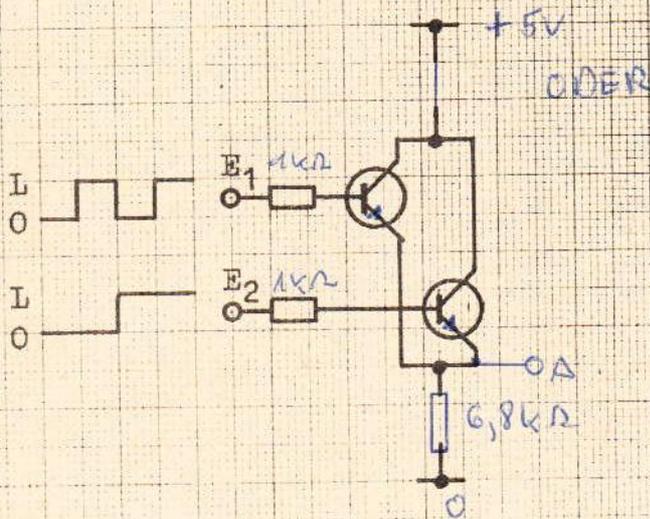
Vereinbarung:

$$L \hat{=} \underline{\underline{0V}}$$

$$O \hat{=} \underline{\underline{+5V}}$$

Funktionstabelle

E <sub>2</sub>	E <sub>1</sub>	A	E <sub>2</sub>	E <sub>1</sub>	A
+5V	+5V	+5V	0	0	0
+5V	0V	+5V	0	L	0
0V	+5V	+5V	L	0	0
0V	0V	0V	L	L	L



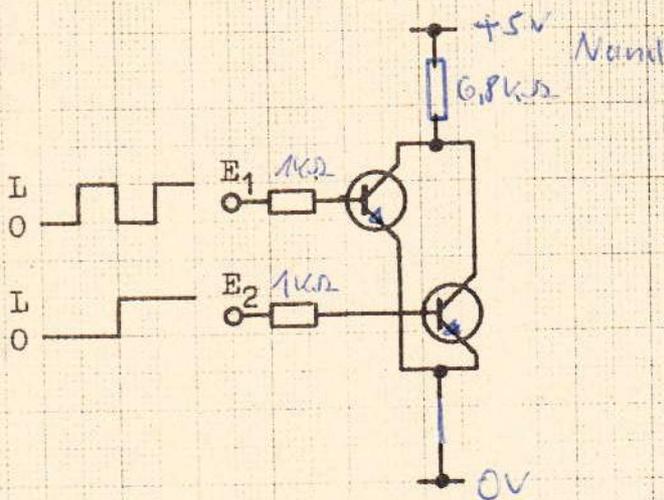
Vereinbarung:

$$L \hat{=} \underline{\underline{+5V}}$$

$$O \hat{=} \underline{\underline{0V}}$$

Funktionstabelle

E <sub>2</sub>	E <sub>1</sub>	A	E <sub>2</sub>	E <sub>1</sub>	A
0V	0V	0V	0	0	0
0V	+5V	+5V	0	L	L
+5V	0V	+5V	L	0	L
+5V	+5V	+5V	L	L	L



Vereinbarung:

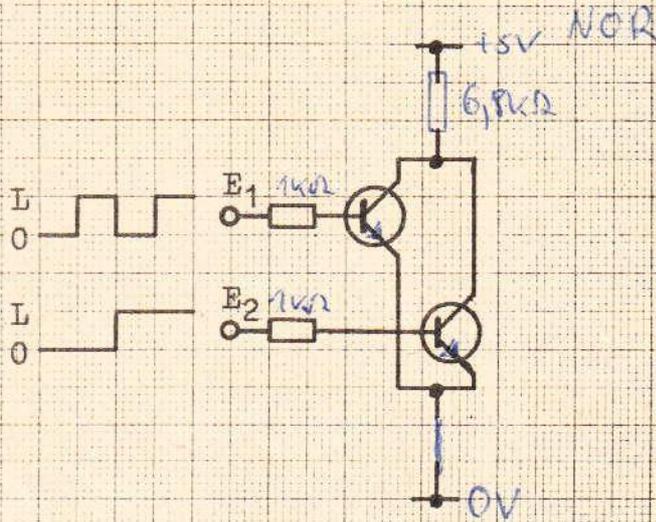
$$L \hat{=} \underline{\underline{0V}}$$

$$O \hat{=} \underline{\underline{+5V}}$$

Funktionstabelle

E <sub>2</sub>	E <sub>1</sub>	A	E <sub>2</sub>	E <sub>1</sub>	A
0V	0V	0V	0	0	L
0V	+5V	0V	0	L	L
+5V	0V	0V	L	0	L
+5V	+5V	+5V	L	L	0

Logik.....Glieder mit Transistoren

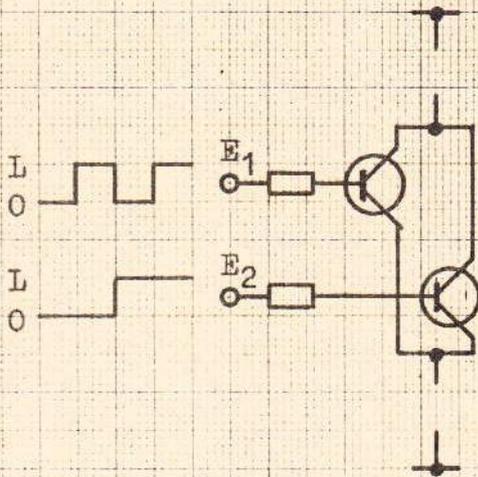


Vereinbarung:

$L \hat{=} +5V$   
 $O \hat{=} -0V$

Funktionstabelle

E <sub>2</sub>	E <sub>1</sub>	A	E <sub>2</sub>	E <sub>1</sub>	A
0V	0V	10V	0	0	1
0V	+5V	10V	0	1	0
+5V	0V	10V	1	0	0
+5V	+5V	0V	1	1	0

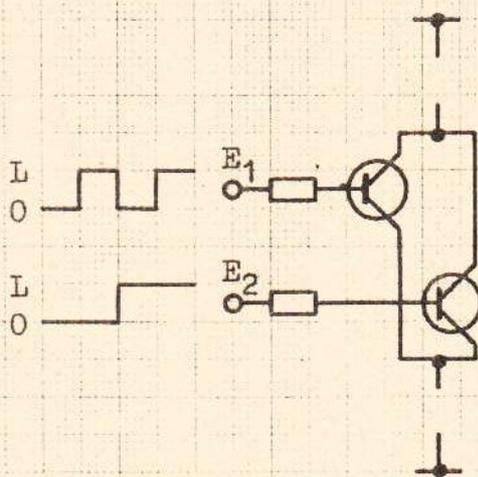


Vereinbarung:

$L \hat{=} \dots$   
 $O \hat{=} \dots$

Funktionstabelle

E <sub>2</sub>	E <sub>1</sub>	A	E <sub>2</sub>	E <sub>1</sub>	A



Vereinbarung:

$L \hat{=} \dots$   
 $O \hat{=} \dots$

Funktionstabelle

E <sub>2</sub>	E <sub>1</sub>	A	E <sub>2</sub>	E <sub>1</sub>	A

Logische Verknüpfungen (Aufgaben)

1. Funktionstabellen

a)

E <sub>2</sub>	E <sub>1</sub>	A
0	0	0
0	L	0
L	0	0
L	L	L

b)

E <sub>2</sub>	E <sub>1</sub>	A
0	0	0
0	L	L
L	0	L
L	L	L

c)

E <sub>2</sub>	E <sub>1</sub>	A
0	0	L
0	L	L
L	0	L
L	L	0

d)

E <sub>2</sub>	E <sub>1</sub>	A
0	0	L
0	L	0
L	0	0
L	L	0

2. Vereinbarungen

a) L  $\hat{=}$  -5V  
0  $\hat{=}$  0V

b) L  $\hat{=}$  0V  
0  $\hat{=}$  -5V

c) L  $\hat{=}$  +5V  
0  $\hat{=}$  0V

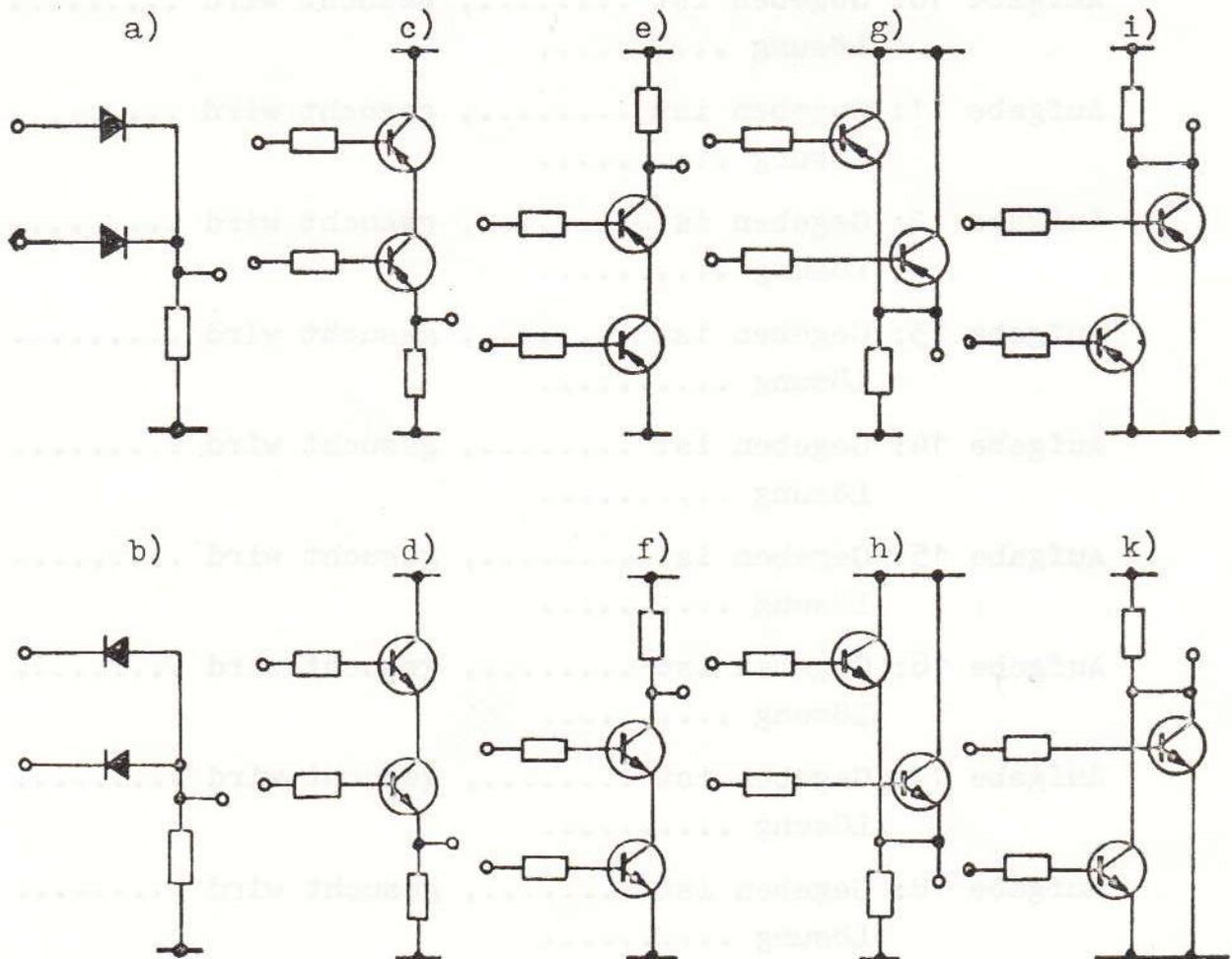
d) L  $\hat{=}$  0V  
0  $\hat{=}$  +5V

3. Verknüpfungsglieder

- a) UND -Glieder mit Dioden
  - b) ODER -Glieder mit Dioden
  - c) UND -Glieder mit Transistoren
  - d) ODER -Glieder mit Transistoren
  - e) NAND -Glieder mit Transistoren
  - f) NOR -Glieder mit Transistoren
- } Trs in Reihe

- g) UND -Glieder mit Transistoren
  - h) ODER -Glieder mit Transistoren
  - i) NAND -Glieder mit Transistoren
  - k) NOR -Glieder mit Transistoren
- } Trs parallel

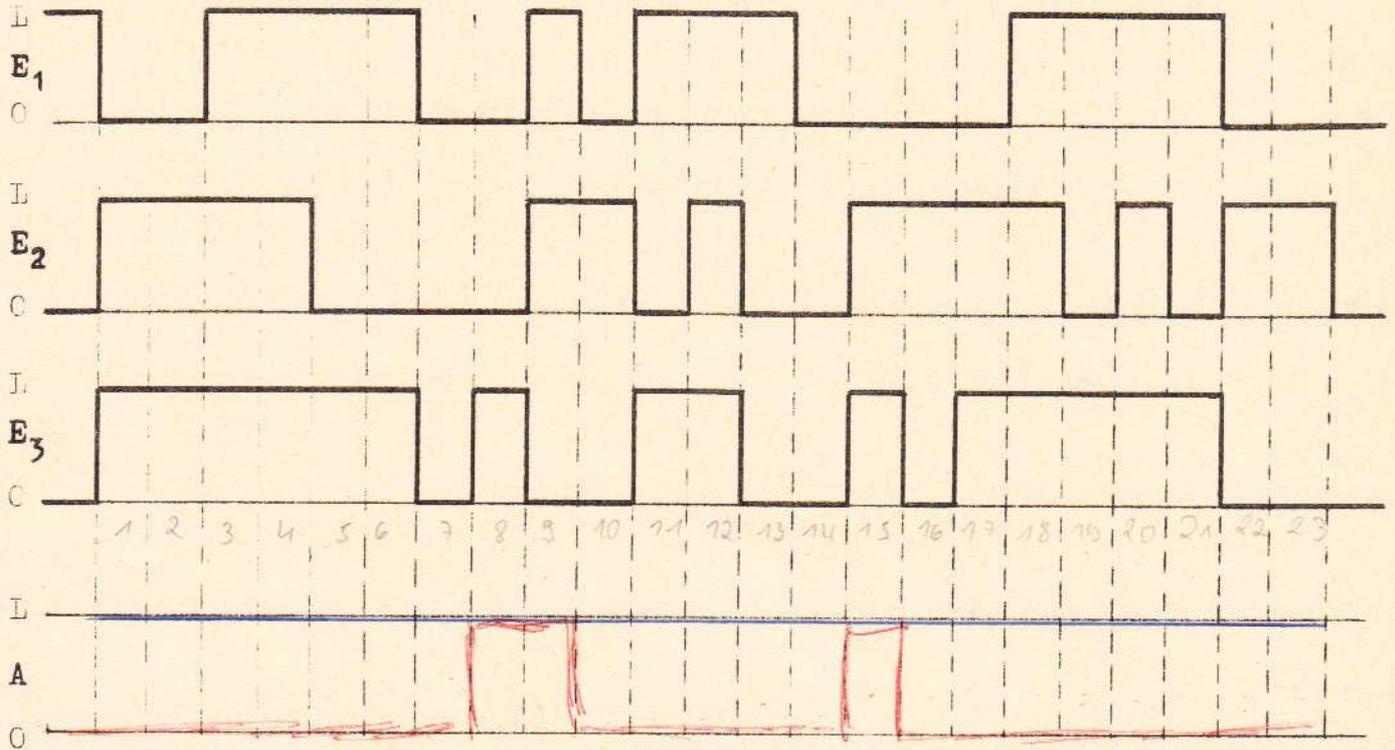
4. Schaltungen



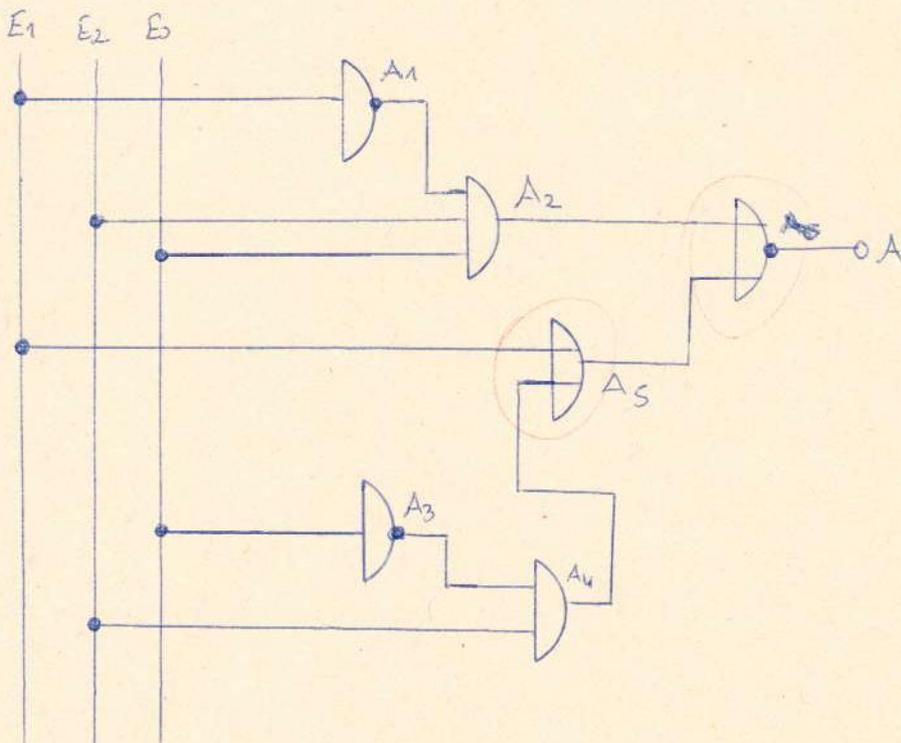
- Aufgabe 1: Gegeben ist ....., gesucht wird .....  
Lösung .....
- Aufgabe 2: Gegeben ist ....., gesucht wird .....  
Lösung .....
- Aufgabe 3: Gegeben ist ....., gesucht wird .....  
Lösung .....
- Aufgabe 4: Gegeben ist ....., gesucht wird .....  
Lösung .....
- Aufgabe 5: Gegeben ist ....., gesucht wird .....  
Lösung .....
- Aufgabe 6: Gegeben ist ....., gesucht wird .....  
Lösung .....
- Aufgabe 7: Gegeben ist ....., gesucht wird .....  
Lösung .....
- Aufgabe 8: Gegeben ist ....., gesucht wird .....  
Lösung .....
- Aufgabe 9: Gegeben ist ....., gesucht wird .....  
Lösung .....
- Aufgabe 10: Gegeben ist ....., gesucht wird .....  
Lösung .....
- Aufgabe 11: Gegeben ist ....., gesucht wird .....  
Lösung .....
- Aufgabe 12: Gegeben ist ....., gesucht wird .....  
Lösung .....
- Aufgabe 13: Gegeben ist ....., gesucht wird .....  
Lösung .....
- Aufgabe 14: Gegeben ist ....., gesucht wird .....  
Lösung .....
- Aufgabe 15: Gegeben ist ....., gesucht wird .....  
Lösung .....
- Aufgabe 16: Gegeben ist ....., gesucht wird .....  
Lösung .....
- Aufgabe 17: Gegeben ist ....., gesucht wird .....  
Lösung .....
- Aufgabe 18: Gegeben ist ....., gesucht wird .....  
Lösung .....

Logische Verknüpfungen

Schaltnetz 1



Stellen Sie die Wahrheitstabelle auf, wenn an den Eingängen der gegebenen Schaltung die oben gezeichneten zeitlichen Funktionen anliegen.



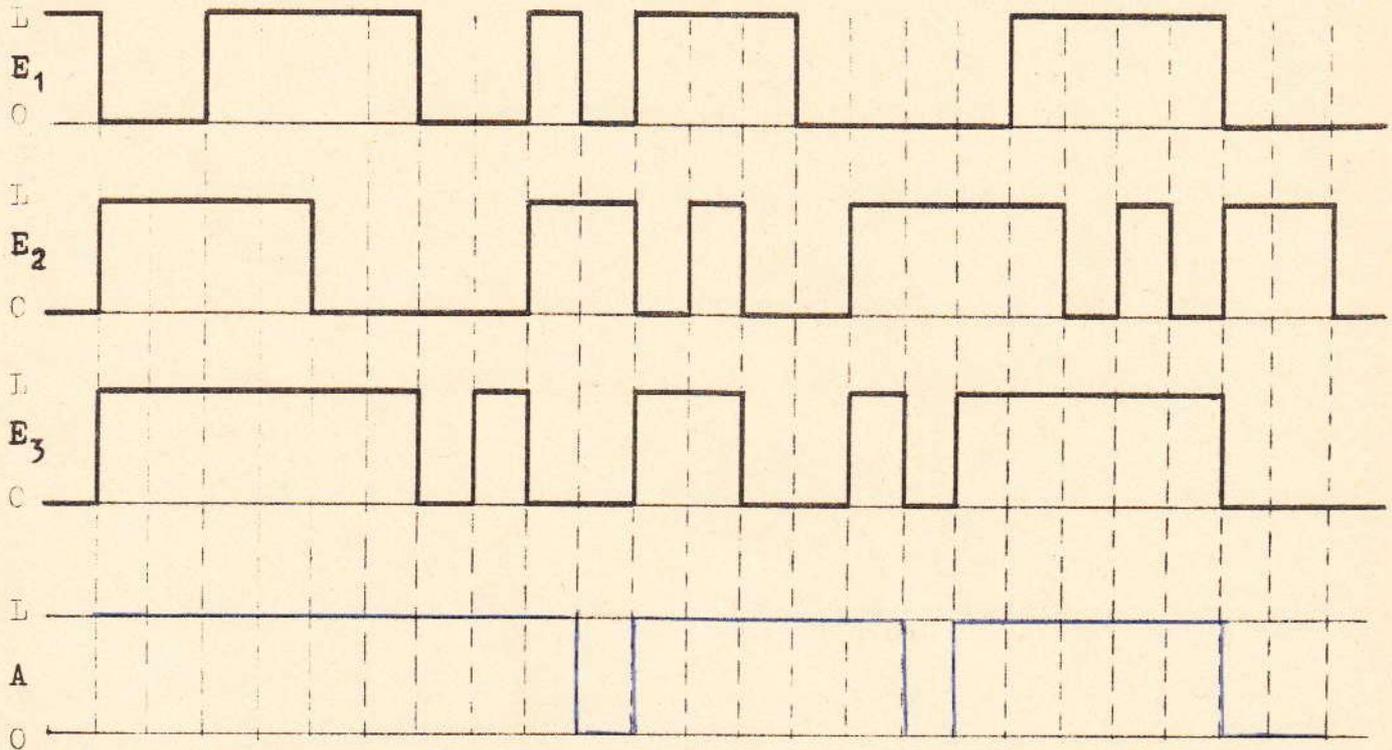
Meßwerttabelle zum  
Versuch

Schaltnetz 1

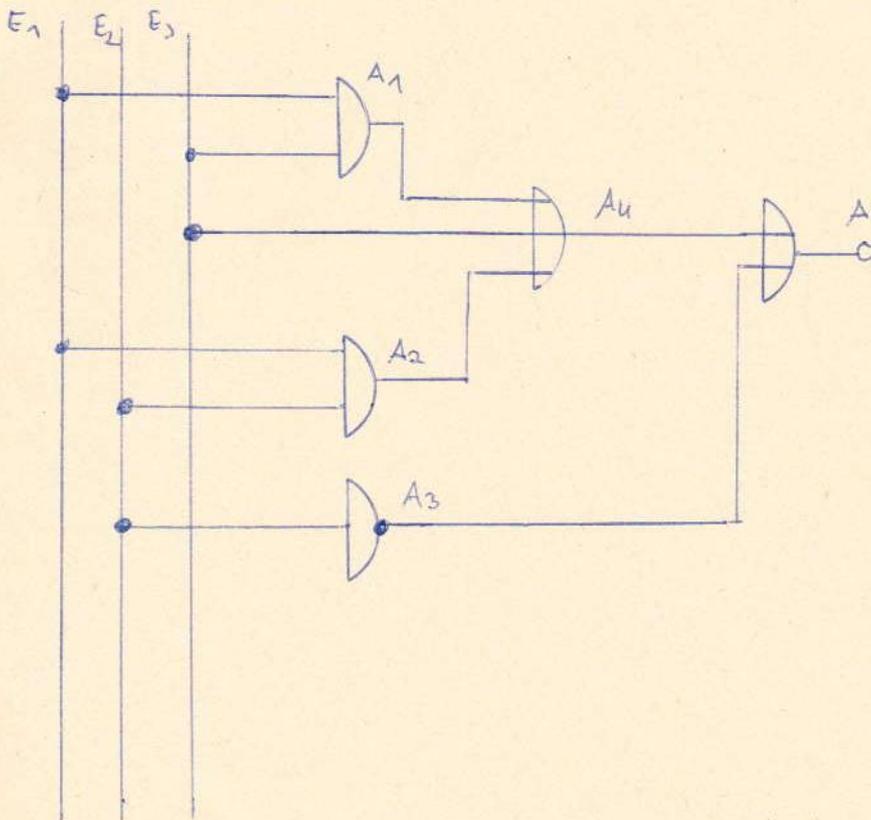
$E_1$	$E_2$	$E_3$	$A_1$	$A_2$	$A_3$	$A_4$	$A_5$	$A_X$			
0	L	L	L	L	0	0	0	L			
0	L	L	L	L	0	0	0	L			
L	L	L	0	0	0	0	L	L			
L	L	L	0	0	0	0	L	L			
L	0	L	0	0	0	0	L	L			
L	0	L	0	0	0	0	L	L			
0	0	0	L	0	L	0	0	L			
0	0	L	L	0	0	0	0	L			
L	L	0	0	0	L	L	L	L			
0	L	0	L	0	L	L	L	L			
L	0	L	0	0	0	0	L	L			
L	L	L	0	0	0	0	L	L			
L	0	0	0	0	L	0	L	L			
0	0	0	L	0	L	0	0	L			
0	L	L	L	L	0	0	0	L			
0	L	0	L	0	L	L	L	L			
0	L	L	L	L	0	0	0	L			
L	L	L	0	0	0	0	L	L			
L	0	L	0	0	0	0	L	L			
L	L	L	0	0	0	0	L	L			
L	0	L	0	0	0	0	L	L			
0	L	0	L	0	L	L	L	L			
0	L	0	L	0	L	L	L	L			

Logische Verknüpfungen

Schaltnetz 2



Stellen Sie die Wahrheitstabelle auf, wenn an den Eingängen der gegebenen Schaltung die oben gezeichneten zeitlichen Funktionen anliegen.



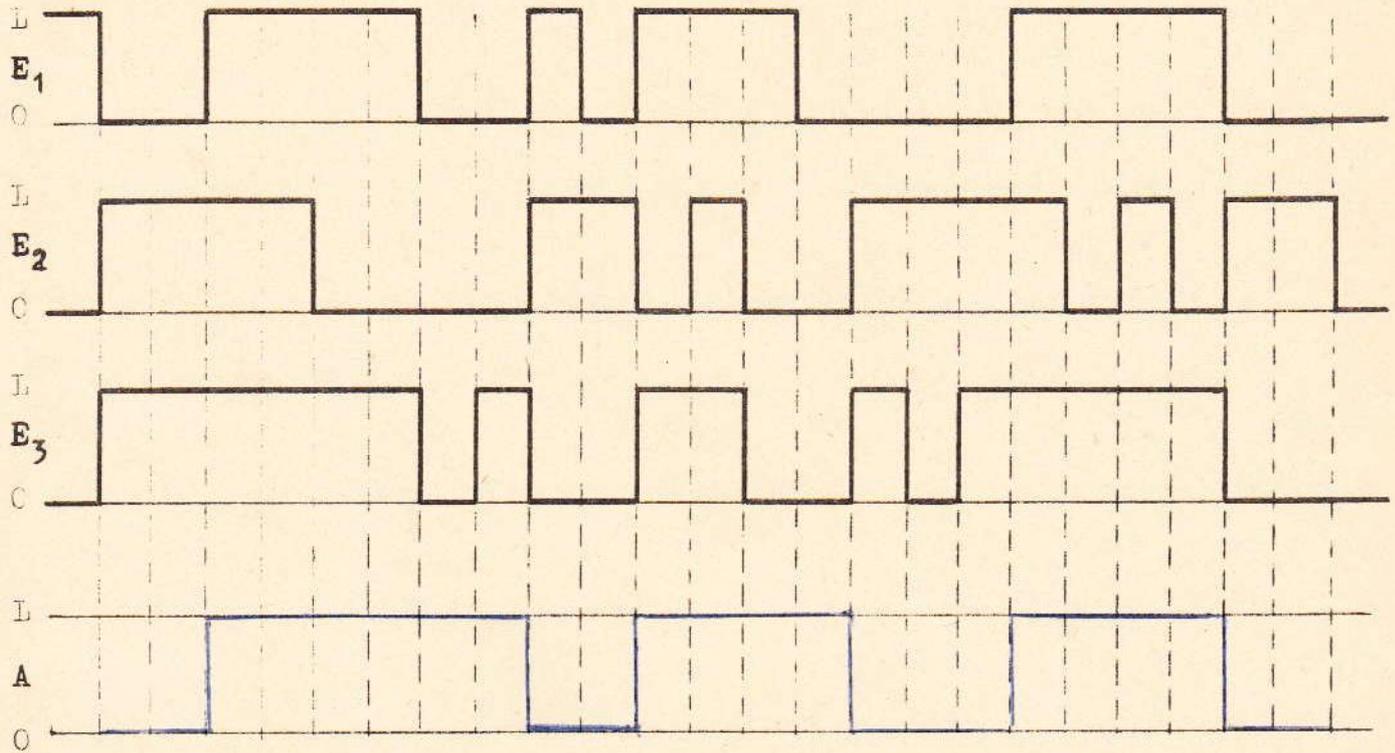
Meßwerttabelle zum  
Versuch

Schaltnetz 2

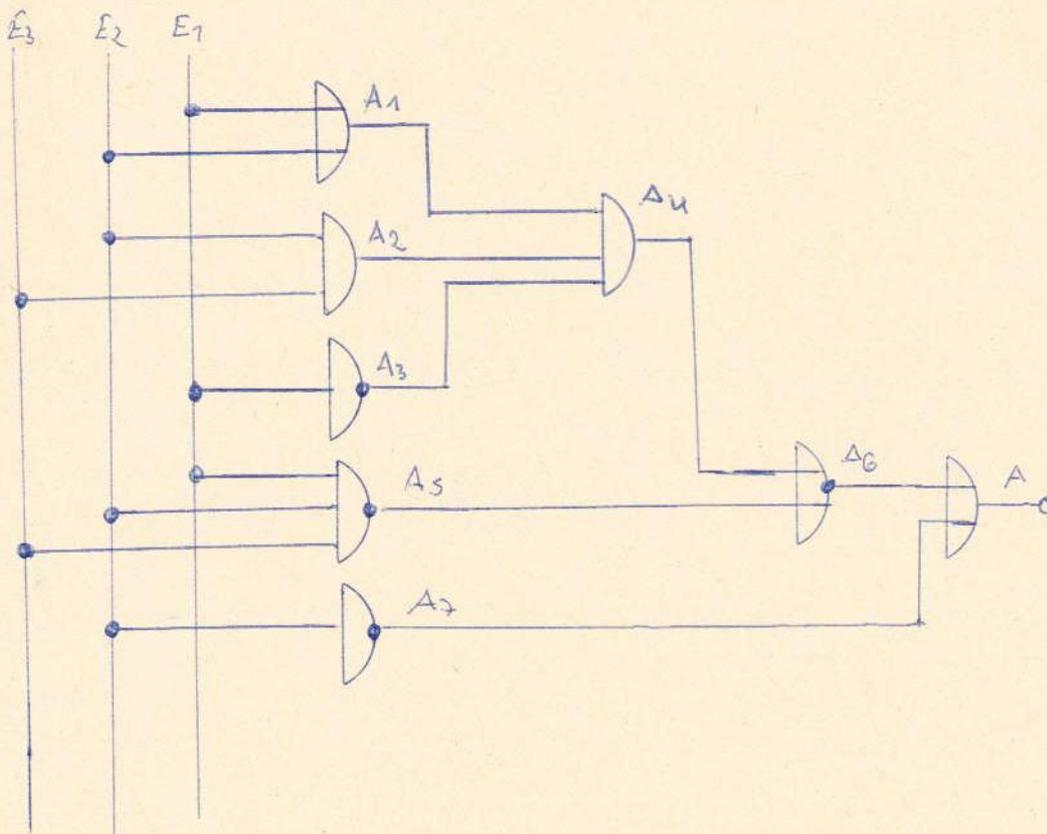
$E_1$	$E_2$	$E_3$	$A_1$	$A_2$	$A_3$	$A_4$	$A$				
0	L	L	0	0	0	L	L				
0	L	L	0	0	0	L	L				
L	L	L	L	L	0	L	L				
L	L	L	L	L	0	L	L				
L	0	L	L	0	L	L	L				
L	0	L	L	0	L	L	L				
0	0	0	0	0	L	L	L				
0	0	L	0	0	L	L	L				
L	L	0	0	L	0	L	L				
0	L	0	0	0	0	0	0				
L	0	L	L	0	L	L	L				
L	L	L	L	L	0	L	L				
L	0	0	0	0	L	0	L				
0	0	0	0	0	L	0	L				
0	L	L	0	0	0	L	L				
0	L	0	0	0	0	0	0				
0	L	L	0	0	0	L	L				
L	L	L	L	L	0	L	L				
L	0	L	L	0	L	L	L				
L	L	L	L	L	0	L	L				
L	0	L	L	0	L	L	L				
0	L	0	0	0	0	0	0				
0	L	0	0	0	0	0	0				

Logische Verknüpfungen

Schaltnetz 3



Stellen Sie die Wahrheitstabelle auf, wenn an den Eingängen der gegebenen Schaltung die oben gezeichneten zeitlichen Funktionen anliegen.



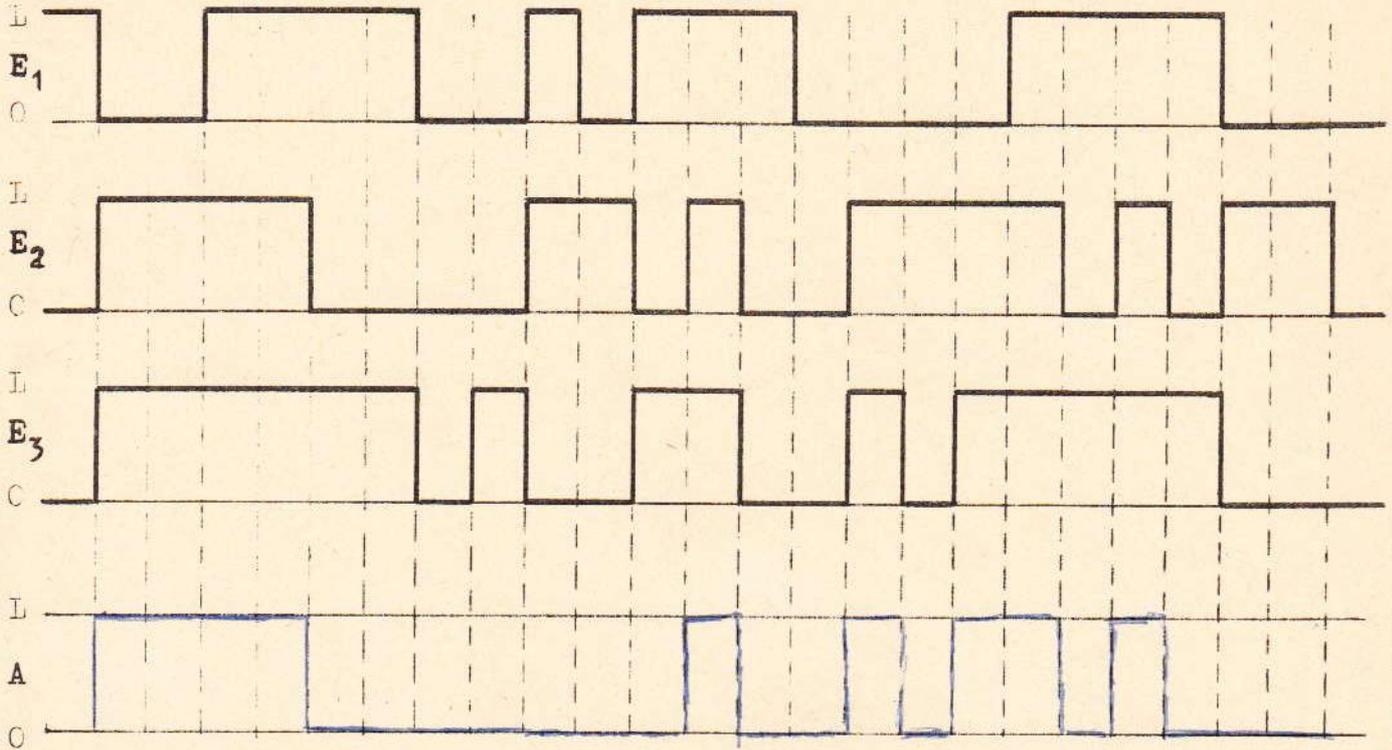
Meßwerttabelle zum  
Versuch

Schaltnetz 3

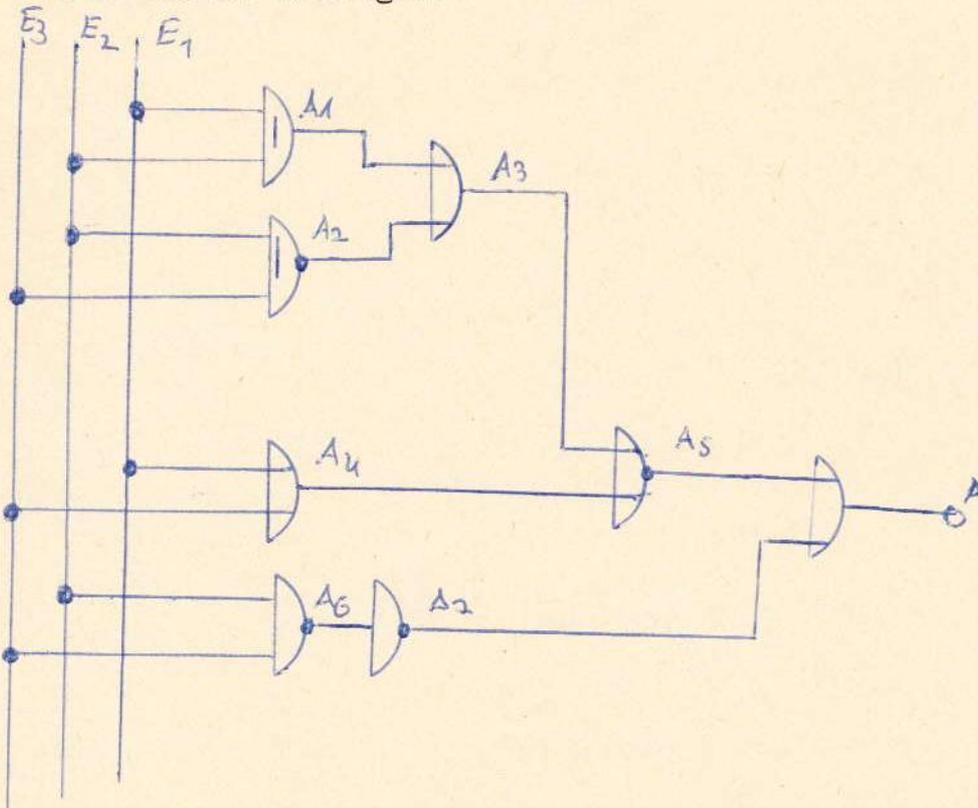
$E_1$	$E_2$	$E_3$	$A_1$	$A_2$	$A_3$	$A_4$	$A_5$	$A_6$	$A_7$	$A$
0	L	L	L	L	L	L	L	0	0	0
0	L	L	L	L	L	L	L	0	0	0
L	L	L	L	L	0	0	0	L	0	L
L	L	L	L	L	0	0	0	L	0	L
L	0	L	L	0	0	0	L	0	L	L
L	0	L	L	0	0	0	L	0	L	L
0	0	0	0	0	L	0	L	0	L	L
0	0	L	0	0	L	0	L	0	L	L
L	L	0	L	0	0	0	L	0	0	0
0	L	0	L	0	L	0	L	0	0	0
L	0	L	L	0	0	0	L	0	L	L
L	L	L	L	L	0	0	0	L	0	L
L	0	0	L	0	0	0	L	0	L	L
0	0	0	0	0	L	0	L	0	L	L
0	L	L	L	L	L	L	L	0	0	0
0	L	0	L	0	L	0	L	0	0	0
0	L	L	L	L	L	L	L	0	0	0
L	L	L	L	L	0	0	0	L	0	L
L	0	L	L	0	0	0	L	0	L	L
L	L	L	L	L	0	0	0	L	0	L
L	0	L	L	0	0	0	L	0	L	L
0	L	0	L	0	L	0	L	0	0	0
0	L	0	L	0	L	0	L	0	0	0

Logische Verknüpfungen

Schaltnetz 4



Stellen Sie die Wahrheitstabelle auf, wenn an den Eingängen der gegebenen Schaltung die oben gezeichneten zeitlichen Funktionen anliegen.



Meßwerttabelle zum  
Versuch

Schaltnetz 4

$E_1$	$E_2$	$E_3$	$A_1$	$A_2$	$A_3$	$A_4$	$A_5$	$A_6$	$A_7$	$A$
0	L	L	0	0	0	L	0	0	L	L
0	L	L	0	0	0	L	0	0	L	L
L	L	L	L	0	L	L	0	0	L	L
L	L	L	L	0	L	L	0	0	L	L
L	0	L	0	L	L	L	0	L	0	0
L	0	L	0	L	L	L	0	L	0	0
0	0	0	L	0	L	0	0	L	0	0
0	0	L	L	L	L	L	0	L	0	0
L	L	0	L	L	L	L	0	L	0	0
0	L	0	0	L	L	0	0	L	0	0
L	0	L	0	L	L	L	0	L	0	0
L	L	L	L	0	L	L	0	0	L	L
L	0	0	0	0	0	L	0	L	0	0
0	0	0	L	0	L	0	0	L	0	0
0	L	L	0	0	0	L	0	0	L	L
0	L	0	0	L	L	0	0	L	0	0
0	L	L	0	0	0	L	0	0	L	L
L	L	L	L	0	L	L	0	0	L	L
L	0	L	0	L	L	L	0	L	0	0
0	L	0	0	L	L	0	0	L	0	0
0	L	0	0	L	L	0	0	L	0	0

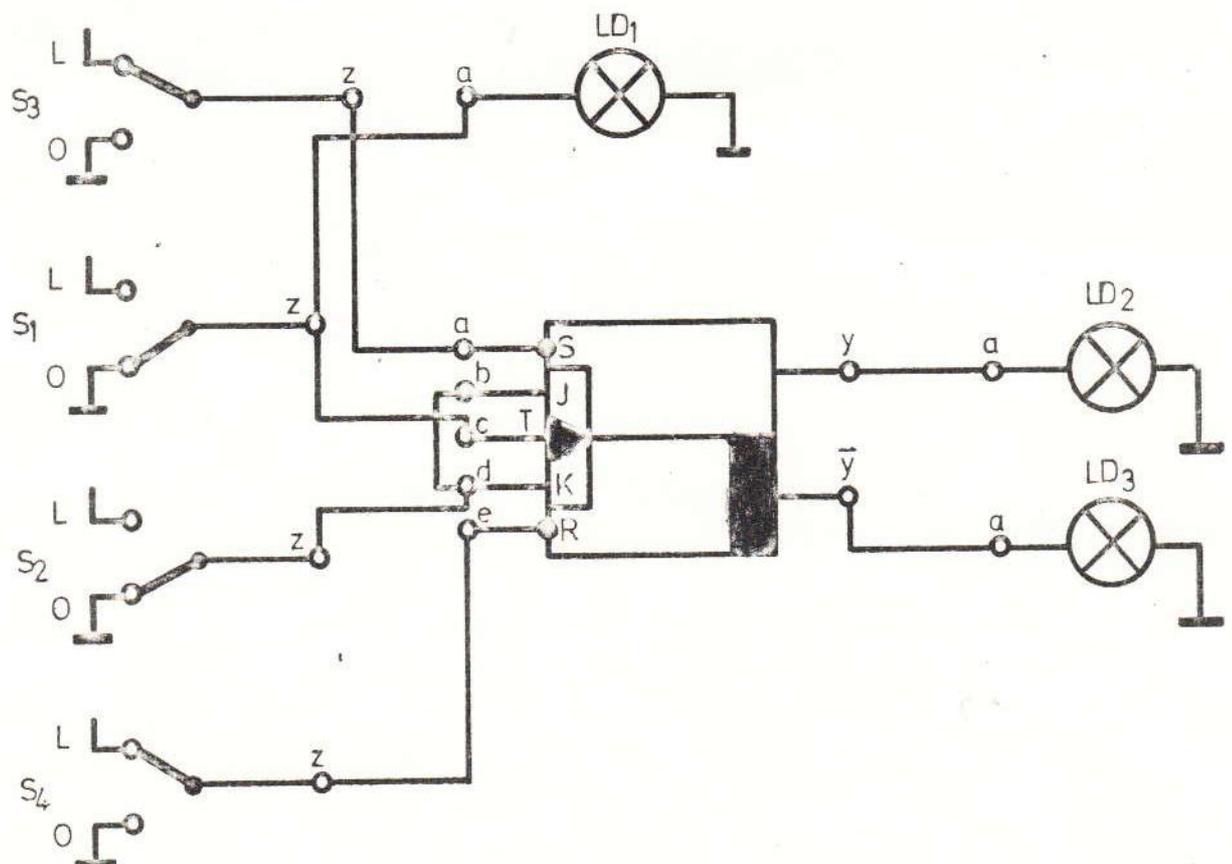
JK - MS - Flipflop

Jedes Flipflop hat nur einen Vorbereitungseingang ( J- und K- Eingang ), die taktabhängig geschaltet sind. Taktunabhängig kann das Flipflop durch die Set- und Reset- Eingänge gekippt werden. Es ist jedoch beim Schaltungsaufbau darauf Rücksicht zu nehmen, daß bei diesen Flipflops ein offener Eingang immer einem Eingang mit angelegtem L- Signal entspricht. Sind die J- und K- Eingänge offen, ist das Flipflop vorbereitet und kippt durch den Taktimpuls.

1. Aufgabe:

Das JK - MS - Flipflop soll in seiner Wirkungsweise untersucht werden. Dabei sind alle Schaltzustände zu überprüfen.

- Kippen des Flipflops durch Set und Reset ( taktunabhängig )
- Taktabhängiges Kippen des Flipflops

2. Meßschaltung:

### 3. Taktunabhängiges Kippen des Flipflops

Ausgangszustand dieser Messung:

$S_1 = \text{Signal } 0$

$S_2 = \text{Signal } 0$

$S_3 = \text{Signal } L$

$S_4 = \text{Signal } L$

$LD_2 = 0$

$LD_3 = L$

Sind  $LD_2$  und  $LD_3$  nicht im angegebenen Signalzustand ( $LD_2 = 0$ ,  $LD_3 = L$ ), muß  $S_4$  getaktet werden (Reset-Impuls). Dazu ist der Signalgeber  $S_4$  kurzzeitig in Stellung 0 zu kippen.

- a) Das Flipflop soll gesetzt werden (Set-Impuls). Der Signalgeber  $S_3$  ist kurzzeitig in Stellung 0 zu kippen.

Was bewirkt der Set-Impuls?

*Die Schaltung kippt.  $LD_2$  leuchtet;  $LD_3$  erlischt. Durch den Set-Impuls kippt das FF nach  $\bar{Y}$  und hat somit die Stellung L.*

- b) Das Flipflop soll wieder in die Ruhelage zurückgestellt werden. Dies ist durch Takten des Reset-Einganges durchzuführen.

Was bewirkt der Reset-Impuls?

*Die Schaltung kippt zurück.  $LD_3$  leuchtet wieder. FF nach  $\bar{Y}$ . FF in Stellung 0.  $LD_2$  erlischt.*

### 4. Taktabhängiges Kippen des Flipflops

Mit der zweiten Messung soll das Kippen des Flipflops durch den Taktimpuls und mit verschiedenen vorbereiteten J- und K- Eingängen untersucht werden. Es ist ferner festzustellen, welcher Eingang durch ein L-Signal vorbereitet werden muß.

Ausgangszustand dieser Messung:

$S_1 = 0$   $LD_2 = 0$

$S_2 = 0$   $LD_3 = L$

$S_3 = L$

$S_4 = L$

zu 4.

Das Flipflop ist durch einen Resetimpuls in die Ausgangsstellung zu bringen ( $LD_2 = 0, LD_3 = L$ ).

Definition:

Takten bedeutet kurzzeitige Signalgabe durch  $S_1$  (kurzzeitiges Kippen von  $S_1$  in Stellung L).

- a) In der ersten Messung sind die J- und K- Eingänge nicht vorbereitet ( $S_2 = 0$ ). Es soll  $S_1$  getaktet werden.

Was bewirkt der Taktimpuls?

Sind die J- und K-Eingänge nicht vorbereitet, tritt bei einem Taktimpuls keine Änderung ein.  
(an den Ausgängen  $Y; \bar{Y}$ )

- b) Die Verbindungsleitung J nach K wird unterbrochen. Dadurch ist der J- Eingang des Flipflops offen (Signalzustand L). Das Flipflop ist vorbereitet.

Was bewirkt der Taktimpuls?

Ist der J-Eingang vorbereitet kippt das FF nach Y. Es kann nicht mehr nach  $\bar{Y}$  zurückkippen da am K-Eingang 0-Signal anliegt.

- c) Diesmal ist der K- Eingang offen zu lassen (K- Eingang ist vorbereitet). Am J- Eingang muß Signal 0 anliegen.

Was bewirkt ein Taktimpuls?

Das FF kippt durch den Taktimpuls nach  $\bar{Y}$ , da der K-Eingang vorbereitet ist. Weitere Signale wirken sich nicht aus da am J-Eingang 0 liegt.

- d) Die Verbindungsleitung J nach K ist wieder herzustellen. Die Die Vorbereitungseingänge werden nach Signal L gestellt.

Was bewirkt der Taktimpuls?

Das FF steht in Stellung  $\bar{Y}$ . Beide Eingänge sind mit Signal L vorbereitet. Durch die interne Rückführung der Ausgänge  $Y$  und  $\bar{Y}$  auf K und J wirkt sich der Taktimpuls nur auf J aus. Das FF kippt in Stellung  $\bar{Y}$ . Über die interne Überbereitungsleitung wird J gesperrt und K geöffnet. Dadurch kippt das FF beim 2. Taktimpuls nach  $\bar{Y}$  zurück.

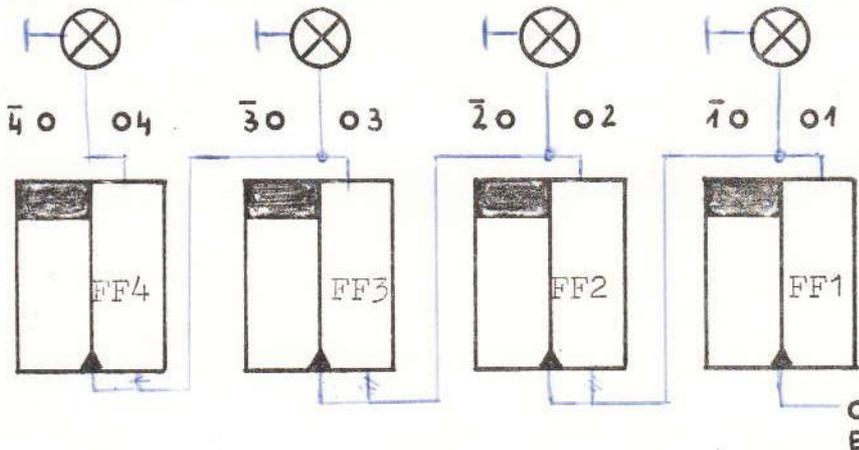
Dualzähler (vorwärts, rückwärts)

Einführung: Ein Zähler ist eine Aneinanderreihung von Binär-Zählelementen (Flipflop) dessen Zählergebnis im Binär-Code an den Ausgängen der Zählelemente anliegt. Man unterscheidet zwei Arten von Zählern: Synchronzähler und Asynchronzähler.

Asynchronzähler sind Zähler deren Zählelemente (Zähl-FF) durch Impulse auf das Eingangs-FF nacheinander (asynchron) angesteuert werden. Das heißt, die Einstellung der FF erfolgt (bis auf das Eingangs-FF) immer vom davorliegenden FF.

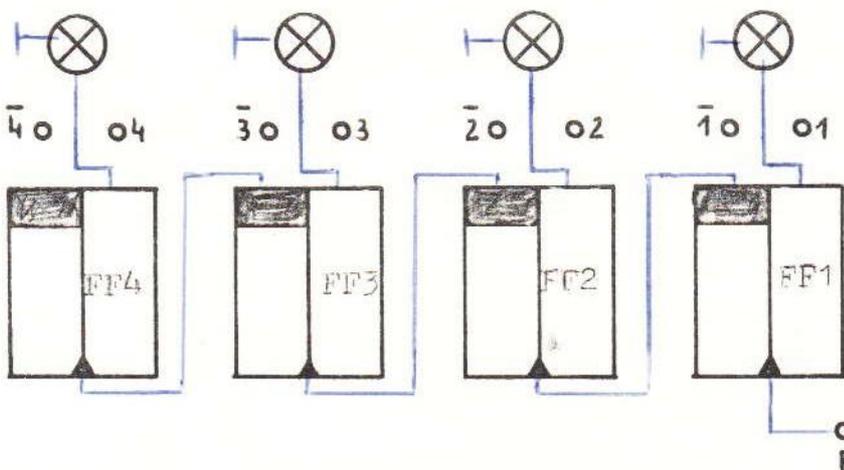
- Aufgabe:
1. Ergänzen Sie die angegebene Schaltung zum Dualzähler vorwärts
  2. Ergänzen Sie die angegebene Schaltung zum Dualzähler rückwärts
  3. Stellen Sie die Tabelle für die Dualzahlen und die entsprechenden Dezimalzahlen auf.

Dualzähler vorwärts

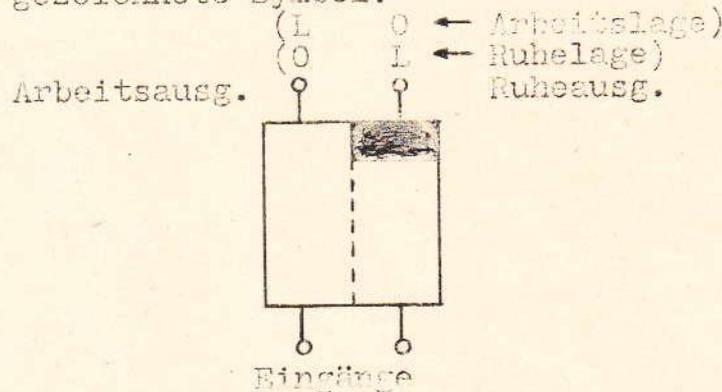


dual				dezim.
FF4	FF3	FF2	FF1	
0	0	0	0	0
0	0	0	L	1
0	0	L	0	2
0	0	L	L	3
0	L	0	0	4
0	L	0	L	5
0	L	L	0	6
0	L	L	L	7
L	0	0	0	8
L	0	0	L	9
L	0	L	0	10
L	0	L	L	11
L	L	0	0	12
L	L	0	L	13
L	L	L	0	14
L	L	L	L	15

Dualzähler rückwärts



Bistabile Kippstufen kann man mit verschiedenen Schaltungen aufbauen. In der modernen Technik verwendet man dazu logische Verknüpfungen. Da es in der Praxis nicht erforderlich ist, die Schaltung genau zu kennen, genügt eine Darstellung mit Ein- und Ausgängen. (Da die Normen zur Zeit noch öfters geändert werden, empfiehlt es sich immer, zunächst die getroffenen Vereinbarungen zu überprüfen.) Bei uns gilt das gezeichnete Symbol:



Weiterhin ist noch folgende Vereinbarung getroffen worden:

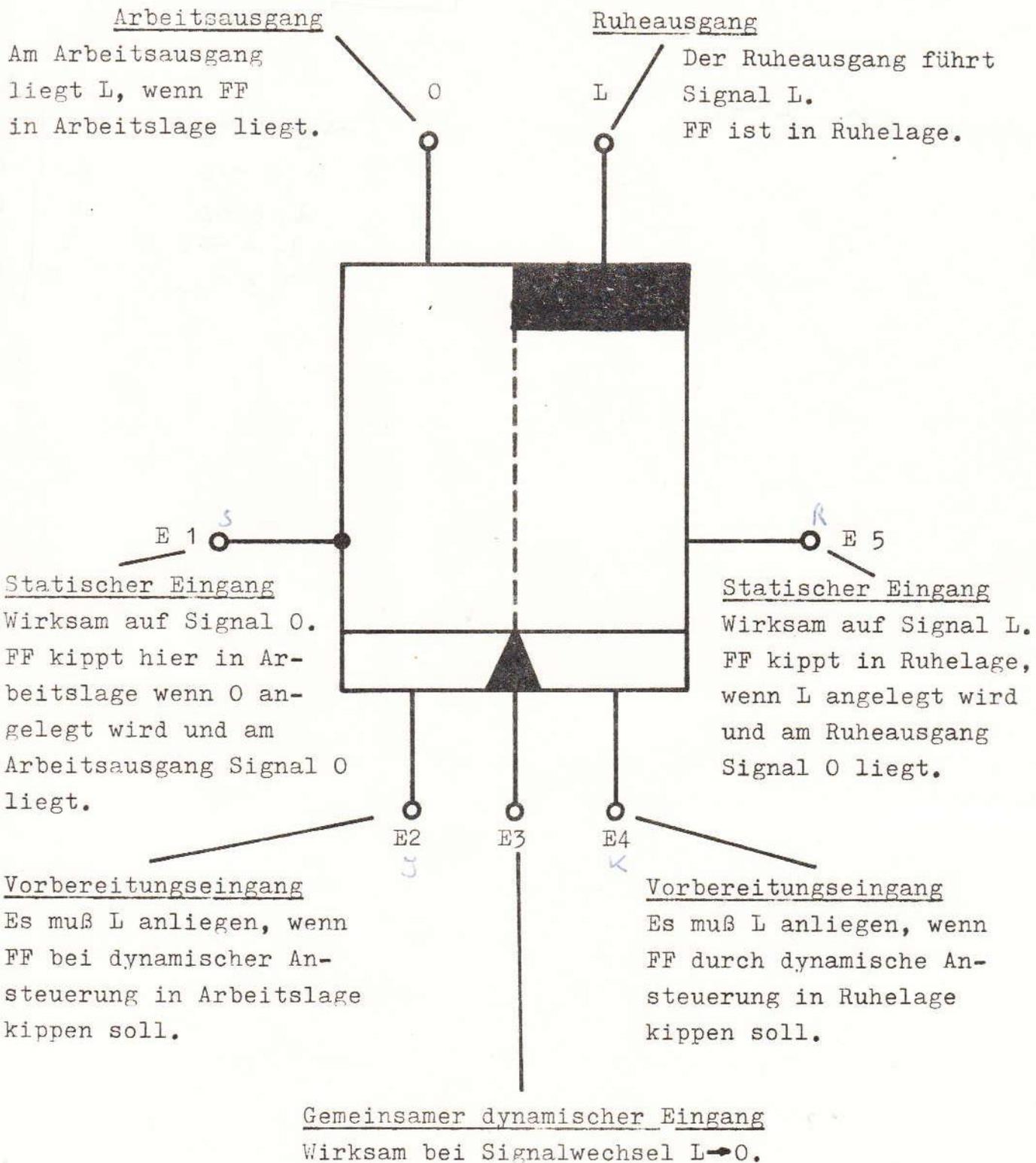
Der Ausgang eines FF kippt immer auf der Seite nach "L", auf welcher der angesteuerte Eingang liegt.

Die Eingänge sind wirksam wenn:

- a) L angelegt wird (stat. Eingang)
- b) O angelegt wird (vern. stat. Eingang)
- c) ein Signalwechsel  $0 \rightarrow L$  auftritt (dyn. Eingang, Impulsegang)
- d) ein Signalwechsel  $L \rightarrow 0$  auftritt (dyn. Eingang)
- e) ein Signalwechsel  $0 \rightarrow L$  und am stat. Eingang L anliegt (dyn. Eingang mit Vorbereitung)
- f) ein Signalwechsel  $L \rightarrow 0$  und am stat. Eingang L anliegt
- g) ein Impuls auftritt (gem. dyn. Eingang, Schaltung kippt bei jedem Impuls)
- h) ein Impuls auftritt und die Vorbereitungsbedingung erfüllt ist. (z.B. linke Vorber. auf L, wenn FF am linken Ausgang von 0-L kippen soll.)

Für den Betrieb der FF benötigt man über diese Vereinbarung hinaus noch die Versorgungsspannungen, sowie die für 0 und L festgelegten Spannungswerte.

Bistabile Kippstufe ( FF )

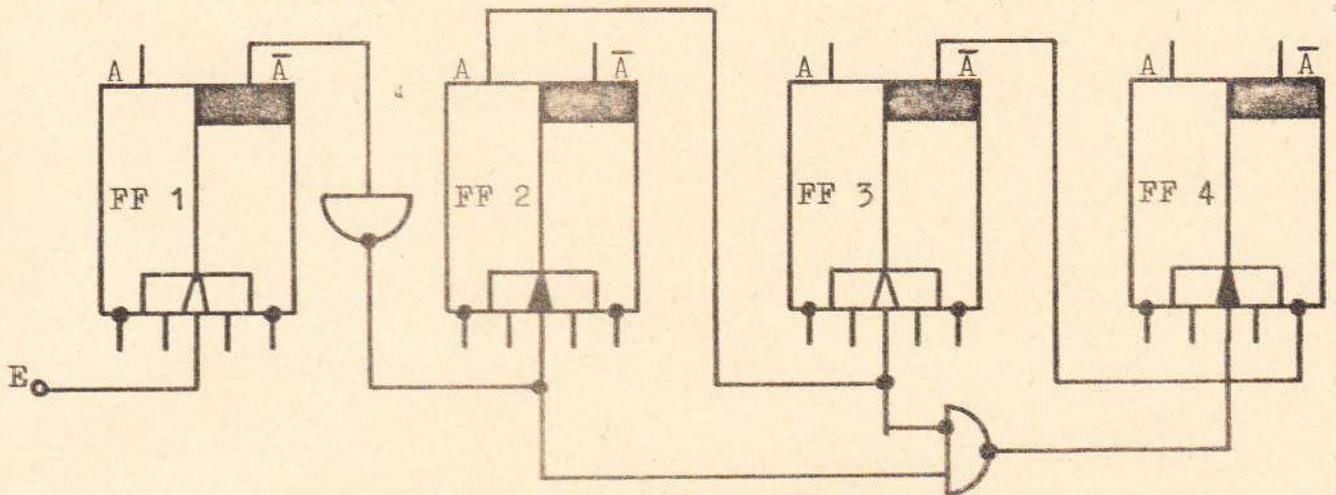


$y = L \wedge (L \rightarrow 0)$   
 $\delta = 0$



Kippverhalten der Flip-Flop (FF)

- 1.) Die angegebene Schaltung ist auf ihr Kippverhalten hin zu überprüfen.
- 2.) Nach jedem Taktimpuls sind die Stellungen der FF in eine Tabelle einzutragen. Dies ist solange zu wiederholen, bis sich der Ausgangszustand (0000) oder ein wiederholender Signalzustand einstellt.
- 3.) Das Ergebnis ist mit dem PEK-logist-System zu überprüfen.



E	FF 1	FF 2	FF 3	FF 4
0	0	0	0	0
L	L	0	0	L
0	L	0	0	L
L	0	L	L	0
0	0	L	L	0
L	L	L	L	0
0	L	L	L	0
L	0	0	L	0
0	0	0	L	0
L	L	0	L	0
0	L	0	L	0
L	0	L	0	L
0	0	L	0	L
L	L	L	0	L

E	FF 1	FF 2	FF 3	FF 4
0	L	L	0	L
L	0	0	0	0
0	0	0	0	0
L	L	0	0	0