

Anwendung(en):

Grundschialtung, aus der sich alle anderen logischen Schaltungen ableiten lassen.

Aufgaben

Ergänzen Sie die fehlenden Pneumatikpläne für NAND und NOR unter Verwendung einfach- und doppelwirkender Zylinder!

Beachten Sie, dass es für die Problemlösung mehrere Lösungswege gibt!!!

Aufgabe-Lichtwarner

Bei schlechtem Wetter, speziell bei Nebel, kann es vorkommen, dass Kfz. mit eingeschalteter Beleuchtung abgestellt wurden. Um die für den Kfz.-Akku schädliche Tiefentladung wirksam zu verhindern, ist eine Schaltung zu entwickeln, die ein akustisches Signal genau dann abgibt, wenn die Zündung aus- und das Licht eingeschaltet ist.

Gesucht sind Wertetabelle, Schaltfunktion, Impulsdiagramm und kontaktlose Schaltung.

Aufgabe-Motorensteuerung

Zwei Elektromotoren sollen im Bedarfsfall zur Leistungssteigerung über eine Magnetkupplung auf einen gemeinsamen Abtrieb gekoppelt werden können. Dabei soll der Koppelvorgang nur möglich sein, wenn die Drehrichtung gleich ist. Mögliche Drehzahlabweichungen sollen unberücksichtigt bleiben.

Gesucht sind Wertetabelle, Schaltfunktion, Impulsdiagramm, kontaktbehafete und kontaktlose Schaltung.

Aufgabe-Duale Addition

Bei der Addition dualer Ziffern gilt: $0+0=0$, $0+1=1$, $1+0=1$ und $1+1=0 \rightarrow$ Übertrag „1“. In der letzten Teilgleichung ist erkennbar, dass der darstellbare Bereich einer Binär-/Dualziffer überschritten wird und sich ein Übertrag ergeben muss.

Gesucht sind Wertetabelle, Schaltfunktion, Impulsdiagramm, kontaktbehafete und kontaktlose Schaltung unter Berücksichtigung des Übertrags.

Quelle(n):

[1] Programm FluidSim 3.5 und FluidSim 4

[2] Programm MultiSim

[3] „Grundlagen der Automatisierung“, MV der DDR, 1986

[4] Workbook S7, Habermann und Weiß, 1. Auflage 2014

Lernfeld 3+4

Lernsituation Digitaltechnik

Klasse: EEG 1. Lehrjahr, MTR 1+2. Lehrjahr

Grundlagen der Digitaltechnik_1

Logische Grundschialtungen

Die nachfolgende Broschüre wurde ausschließlich für die Verwendung im Unterricht erstellt. Sie erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Kritische Hinweise und Anregungen nehme ich aber gern entgegen, denn Anpassungen und Änderungen sind immer möglich.

Thale, März 2015

P. Kretschmer

1. Kombinatorische Steuerungen

1.1 Die Identität

- Schalterbild
- Ersatzschaltbild + KOP
- Wertetabelle
- Schaltfunktion
- Programm in Worten
- Impulsdiagramm
- Pneumatische Realisierung
- Variante 1
- Variante 2
- Anwendung(en)

1.2 Die Negation

- Schalterbild
- Ersatzschaltbild + KOP
- Wertetabelle
- Schaltfunktion
- Programm in Worten
- Impulsdiagramm
- Pneumatische Realisierung
- Variante 1
- Variante 2
- Anwendung(en)

1.3 Das logische UND – Die Konjunktion – Das Boolesche Produkt

- Schalterbild
- Ersatzschaltbild + KOP
- Wertetabelle
- Schaltfunktion
- Programm in Worten
- Impulsdiagramm
- Pneumatische Realisierung
- Variante 1
- Variante 2
- Anwendung(en)

1.4 Das logische ODER – Die Disjunktion – Die Boolesche Summe

- Schalterbild
- Ersatzschaltbild + KOP
- Wertetabelle
- Schaltfunktion
- Programm in Worten
- Impulsdiagramm
- Pneumatische Realisierung
- Variante 1
- Variante 2
- Anwendung(en)

2. Die Grafische Negation...

Programm in Worten

Wenn $E1 = 0$
 Oder $E2 = 0$
 Dann $A1 = 1$

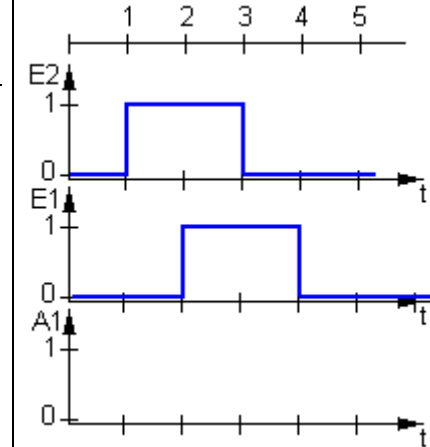
Wenn $E1 = 1$
 Und $E2 = 1$
 Dann $A1 = 0$

Aufgaben

Ergänzen Sie auf der Seite vorher die Wertetabelle

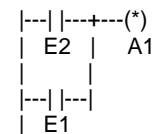
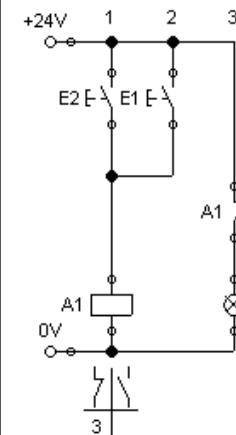
Vervollständigen Sie das Impulsdiagramm für das NOR!

Impulsdiagramm

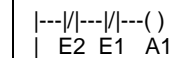
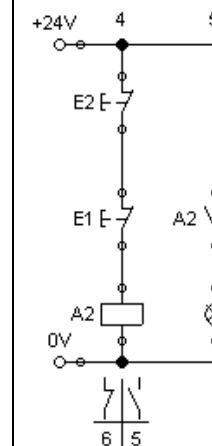


Schalterbild

Variante 1

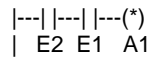
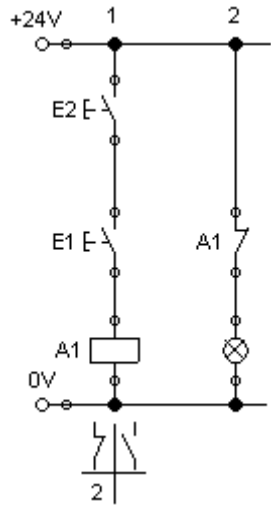


Variante 2

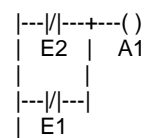
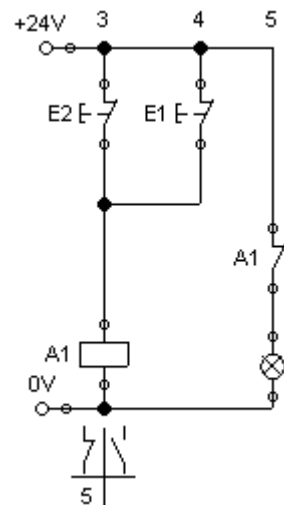


Schalterbild

Variante 1



Variante 2



Anwendung(en):

Grundschaltung, aus der sich alle anderen logischen Schaltungen ableiten lassen.

4.2 Das am Ausgang negierte ODER – NOR

Wertetabelle

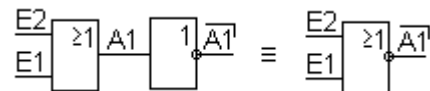
E2	E1	A1	A1'
0	0		
0	1		
1	0		
1	1		

Schaltfunktion

$$A1 = \overline{E2} + E1$$

$$A1 = \overline{E2} \overline{E1}$$

Ersatzschaltbild

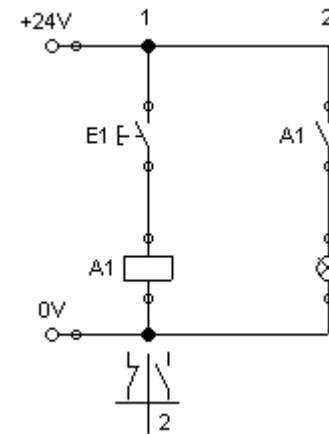


1. Kombinatorische Steuerungen

Kombinatorische Steuerungen sind Schaltungen, die mit einem Schlüssel zu einer bestimmten Tür vergleichbar sind. Sind die Schaltbedingungen erfüllt, also der passende Schlüssel vorhanden, lässt sich die Tür öffnen.

1.1 Die Identität

Schalterbild

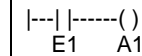


KOP

KOP steht übersetzt für Kontaktplan. Es handelt sich dabei um eine sprachliche Umsetzung von Steuerungen mit den Mitteln, die historisch gesehen, eine Textverarbeitung bieten würde.

Man benutzt dabei die Möglichkeiten einer Tastatur.

Der Teil des Strompfades „1“ muss sich dabei um 90° gedreht vorgestellt werden. Links befindet sich stets die Spannungsquelle „|“, Schalter werden durch „-| |“ oder „-| [-“ dargestellt und Relaispulen durch „-()“ in Anlehnung an einen Lampenkörper.



Ersatzschaltbild



Bei der Identität handelt es sich um eine Schaltung mit nur einem Eingangs- und einem Ausgangssignal.

Man liest die Funktion der Schaltung wie folgt:

Eine logische „1“ am Eingang erzeugt eine logische „1“ am Ausgang.

Wertetabelle

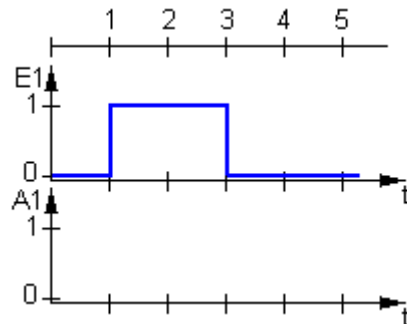
E1	A1
0	0
1	1

Programm in Worten

Wenn E1 = 0
Dann A1 = 0

Wenn E1 = 1
Dann A1 = 1

Impulsdiagramm



Schaltfunktion

$$A1 = E1$$

Schaltfunktionen werden aus der Wertetabelle überall dort herausgelesen, wo das Ausgangssignal logisch „1“ ist. Dabei folgt man den Gesetzen der Mathematik.

Bei der Funktion „Programm in Worten“ wird das Programm auf Alltagstauglichkeit untersucht.

Es gab bereits vor einigen Jahren ein Programm mit dem Namen „Interface_M“. Der Programmierer verfolgte seinerzeit das Ziel, mit einer überschaubaren Anzahl deutschsprachiger Befehle aus der Umgangssprache pneumatische bzw. elektropneumatische Steuerungen für Auszubildende in den Metallberufen zu realisieren und am Bildschirm zu simulieren.

Das Impulsdiagramm ist ein Werkzeug aus dem Bereich der Fehler-suche.

Dabei ist wichtig, dass die Diagramme immer direkt untereinander angeordnet sein müssen.

Die Signalfanken werden dabei als „ideal“ angesehen (senkrecht gezeichnet) und Verzögerungen werden vernachlässigt, sofern sie nicht Bestandteil der Steuerung selbst sind.

Impulsdiagramme können in Abhängigkeit von der Zeit oder von einzelnen Schritten erstellt werden.

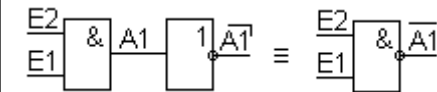
4. Weitere Anwendung(en) kombinatorischer Steuerungen

4.1 Das am Ausgang negierte UND – NAND

Wertetabelle

E2	E1	A1	A1'
0	0		
0	1		
1	0		
1	1		

Ersatzschaltbild



Programm in Worten

Wenn E1 = 1
Und E2 = 1
Dann A1 = 0

Wenn E1 = 0
Oder E2 = 0
Dann A1 = 1

Aufgaben

Ergänzen Sie die Wertetabelle für A1 und A1'!

Vervollständigen Sie das Impulsdiagramm für das NAND!

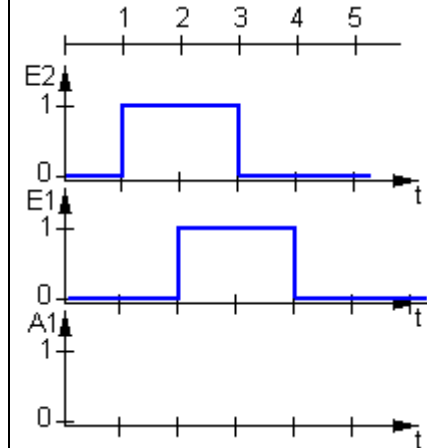
Schaltfunktion

$$A1 = \overline{E2 \cdot E1}$$

bzw.

$$A1 = \overline{E2} + \overline{E1}$$

Impulsdiagramm

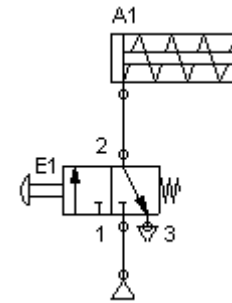


3. Das Theorem (Gesetz) von DeMorgan (Gesetze der Schaltalgebra)

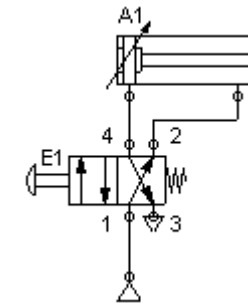
	UND	ODER
Kommutativgesetz (Vertauschungsgesetz)	$E1 * E2 = E2 * E1$ Faktoren und Summanden dürfen innerhalb eines Terms vertauscht werden	$E1 + E2 = E2 + E1$
Assoziativgesetz (Vergleichsgesetz)	$E3 * (E2 * E1) = (E3 * E2) * E1 = E3 E2 E1$ Bei gleichen Operationszeichen dürfen die Klammern beliebig gesetzt werden. Multiplikationszeichen dürfen weggelassen werden, Additionszeichen (ODER) müssen jedoch gesetzt werden.	$E3 + (E2 + E1) = (E3 + E2) + E1 = E3 + E2 + E1$
Distributivgesetz (Verteilungsgesetz)	$E3(E2 + E1) = E3 * E2 + E3 * E1$	$E3 + E2 * E1 = (E3 + E2) * (E3 + E1)$
DeMorgan-Gesetz	$(E2 * E1)' = E2' + E1'$	$(E2 + E1)' = E2' * E1'$
Komplementgesetz (Umkehrgesetz)	$E1 * E1' = 0$	$E1 + E1' = 1$
Idempotenzgesetz	$E1 * E1 = E1$	$E1 + E1 = E1$
Identitätsgesetz	$E1 * 1 = E1$	$E1 + 0 = E1$
Null-Eins-Gesetz	Ein Produkt wird „0“, wenn ein Faktor „0“ ist, eine Summe wird „1“, wenn ein Summand „1“ ist	
Gesetz der doppelten Negation	Doppelte Negationen heben sich auf	
Absorptionsgesetz	$E2 (E2 + E1) = E2$	$E2 + E2 * E1 = E2$
Gesetz für Konstanten 1	$0 * 0 = 0$ $0 * 1 = 0$	$0 + 0 = 0$ $0 + 1 = 1$
Gesetz für Konstanten 2	$0' = 1$ $1' = 0$	
	Einfache Negation	

Pneumatische Realisierung

Variante 1



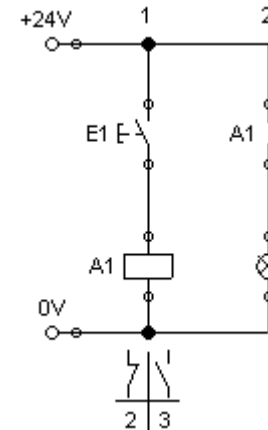
Variante 2



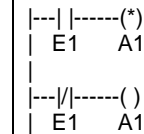
1.2 Die Negation

Der Begriff der Negation entspricht der klassischen Signalumkehr. In der Mathematik würde man von einer „Drehung“ um 180° sprechen, was einen „Vorzeichenwechsel“ zur Folge hätte.

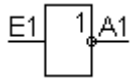
Schalterbild



KOP



Ersatzschaltbild



Eine logische „0“ am Eingang erzeugt eine logische „1“ am Ausgang, eine logische „1“ am Eingang erzeugt eine logische „0“ am Ausgang.

Wertetabelle

E1	A1
0	1
1	0

Programm in Worten

Wenn E1 = 0
Dann A1 = 1

Wenn E1 = 1
Dann A1 = 0

Bei der Negation handelt es sich um eine Schaltung mit nur einem Eingangs- und einem Ausgangssignal.

Man liest die Funktion der Schaltung wie im nebenstehenden Kasten formuliert:

Schaltfunktion

$$A1 = \overline{E1}$$

$$\overline{A1} = E1$$

Negationen dürfen am Eingang oder am Ausgang der Schaltung stehen. Sie werden durch einen waagerechten Strich über der Variablen, die negiert werden soll, dargestellt.

Bei der Funktion „Programm in Worten“ wird das Programm auf Alltagstauglichkeit untersucht.

Es gab bereits vor einigen Jahren ein Programm mit dem Namen „Interface_M“. Der Programmierer verfolgte seinerzeit das Ziel, mit einer überschaubaren Anzahl deutschsprachiger Befehle aus der Umgangssprache pneumatische bzw. elektropneumatische Steuerungen für Auszubildende in den Metallberufen zu realisieren und am Bildschirm zu simulieren.

Anwendung(en):

- Alternativen, z. B. Ein aus Zwei - Schaltung

2. Die grafische Negation

Die grafische Negation ist ein Verfahren zur Negation digitaler Schaltungen. Es wird kaum noch in der Literatur beschrieben, obwohl es bei richtiger Anwendung immer richtige Ergebnisse liefert. Das Verfahren wird nachfolgend beschrieben und an einigen Beispielen erprobt.

Beispiel 1 → 1 Schalter (Schließer)



Schritt 1

Zeichnen Sie den Schalter in seiner Ausgangslage, so wie er sich in der Schaltung vor der Inbetriebnahme der Schaltung befindet.



Schritt 2

Drehen Sie den Schalter um 90° nach links oder rechts.



Schritt 3

Der Schalter befindet sich in der gezeichneten Position unmittelbar nach der Negation.

In gleicher Weise kann auch mit Öffnern verfahren werden.

Beispiel 2 → 2 Schalter (Schließer)



Schritt 1

Zeichnen Sie die Schalter in ihrer Ausgangslage, so wie sie sich in der Schaltung vor der Inbetriebnahme der Schaltung befinden.



Schritt 2

1. Drehen Sie die Schalter um 90° nach links oder rechts.
2. Offene Schalter werden dabei geschlossen, geschlossene Schalter werden dabei geöffnet.
3. Reihenschaltungen werden zu Parallelschaltungen und Parallelschaltungen zu Reihenschaltungen.

Schritt 3

Die Schalter befinden sich in der gezeichneten Position unmittelbar nach der Negation.

Wertetabelle

E2	E1	A1
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

Programm in Worten

Wenn E1 = 1
 Oder E2 = 1
 Dann A1 = 1

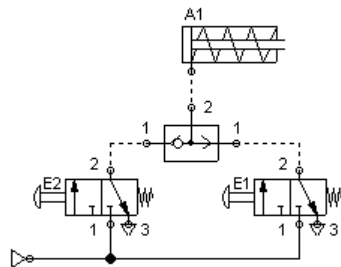
Wenn E1 = 0
 Und E2 = 0
 Dann A1 = 0

Aufgaben

Ergänzen Sie die Wertetabelle!

Vervollständigen Sie das Impulsdia-
 gramm!

Pneumatische Realisierung
 Variante 1

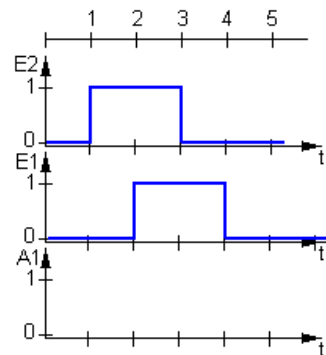


Schaltfunktion

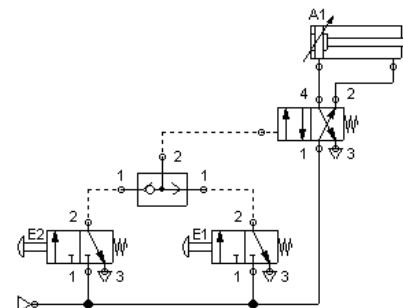
$A1.1 = E2 \cdot E1$
 oder
 $A1.2 = E2 \cdot \bar{E1}$
 oder
 $A1.3 = \bar{E2} \cdot E1$
 $A1 = A1.1 + A1.2 + A1.3$
 ergibt vereinfacht

$$A1 = E2 + E1$$

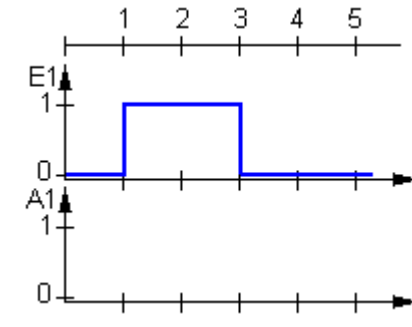
Impulsdia-
 gramm



Variante 2



Impulsdia-
 gramm

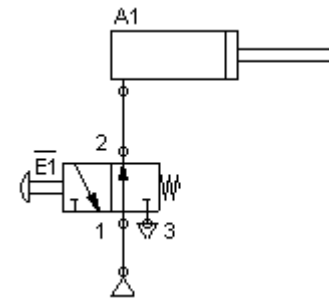


Die Negation entspricht einer
 Signalumkehr → Wertetabelle.

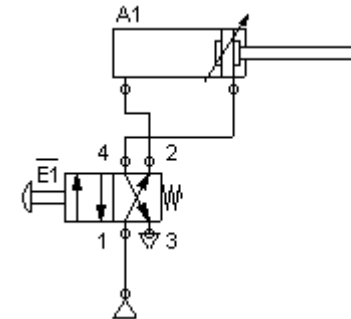
Aufgabe:

Ergänzen Sie das Signal für A1!
 Beachten Sie dabei, dass das
 Signal umgekehrt werden muss!

Pneumatische Realisierung
 Variante 1

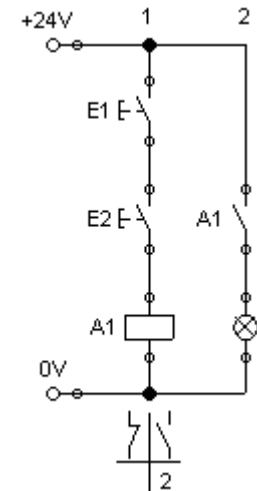


Variante 2



1.3 Das logische UND – Die Konjunktion – Das Boolesche Produkt

Schalterbild



Hinweis für die Schaltungssimulation

Unter Windows kann immer nur ein Ereignis per Mausklick ausgelöst werden. Daher sollte beim Testen der Schaltung wenigstens ein Schalter „verrastend“ verwendet werden.

Programm in Worten

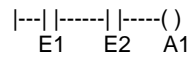
Wenn E1 = 1
Und E2 = 1
Dann A1 = 1

Wenn E1 = 0
Oder E2 = 0
Dann A1 = 0

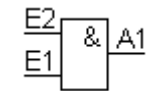
Aufgabe:

Ergänzen Sie den Signalverlauf für A1!

KOP



Ersatzschaltbild



Wertetabelle

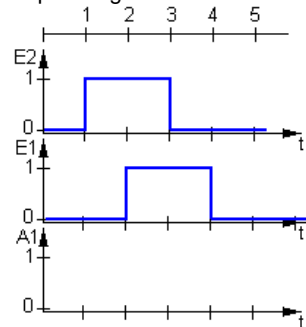
E1	E2	A1
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

Schaltfunktion

$A1 = E2 \cdot E1$
oder
 $A1 = E2 * E1$
oder
 $A1 = E2 \wedge E1$

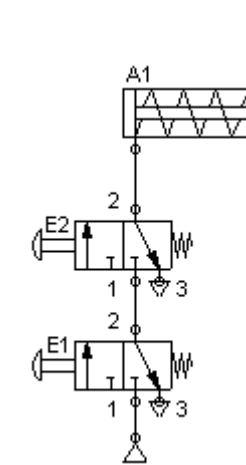
Die letzte Schreibweise findet sich noch in den Tabellenbüchern. Sie ist aber nicht mehr zeitgemäß und sollte daher vermieden werden.

Impulsdiagramm

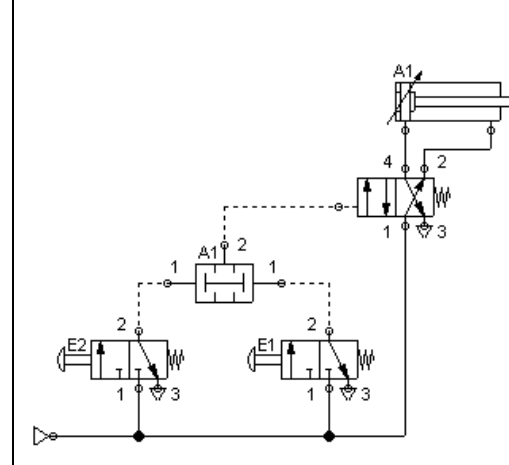


Pneumatische Realisierung

Variante 1



Variante 2

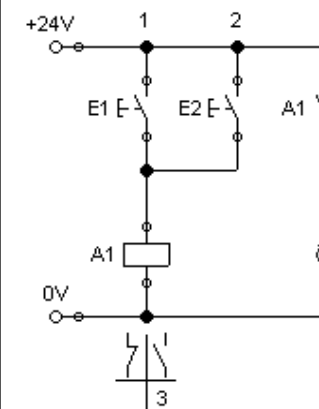


Anwendung(en):

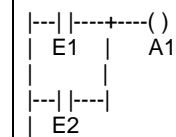
- Zweihandbedienung an Pressen und Stanzen,
- Torschaltungen,
- Sicherheitsschaltungen aller Art mit Schutz gegen Manipulation

1.4 Das Logische ODER – Die Disjunktion – Die Boolesche Summe

Schalterbild



KOP



Ersatzschaltbild

