

Schaltzeichen  
Analogrechentchnik

**DIN**  
**40700**  
Blatt 18

Graphical symbols for analog computation

Diese Norm ist in Zusammenarbeit mit dem Fachnormenausschuß Informationstechnik im DNA aufgestellt worden. Die an den Ein- und Ausgängen der Schaltzeichen verwendeten Buchstaben und Ziffern gehören nicht zum Schaltzeichen, sie dienen nur der Erläuterung der Wirkungsweise.

IEC-Empfehlungen für Schaltzeichen dieser Norm bestehen zur Zeit noch nicht.

Nr	IEC	Schaltzeichen	Benennung	Bemerkung
<b>Lineare Rechenelemente</b>				
1			Koeffizientenpotentiometer (potentiometer)	$y = \alpha \cdot x$ $0 < \alpha < 1$
2			<u>Rechenverstärker</u> (operational amplifier)	$y = -V \cdot x$ $V \gg 1$ Ein Rechenverstärker ist ein Gleichspannungsverstärker mit einem gegenphasigen Ausgang. Das Schaltzeichen kann nur mit einer geeigneten Rückführung verwendet werden.
3			Offener Verstärker (high-gain amplifier)	$y = -V \sum_{i=1}^n c_i x_i$ $V \gg 1$ $c_i$ Bewertungsfaktoren
4			<u>Umkehrer, Inverter</u> (inverter)	$y = -x$
5			<u>Summierer</u> (summer)	$y = - \sum_{i=1}^n c_i x_i$ $c_i$ Bewertungsfaktoren

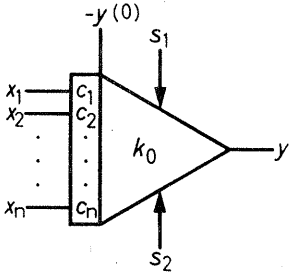
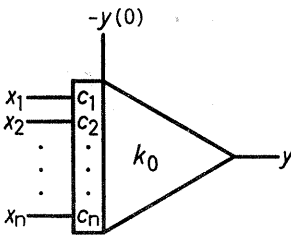
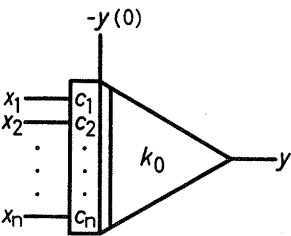
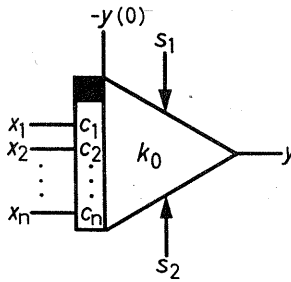
**Nur zur Information**

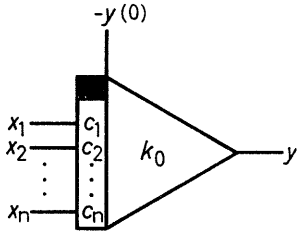
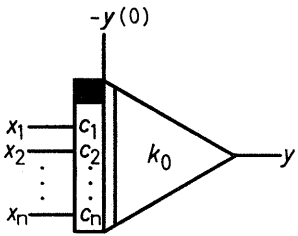
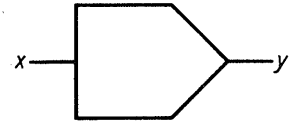
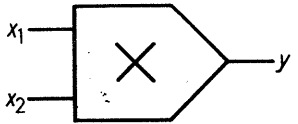
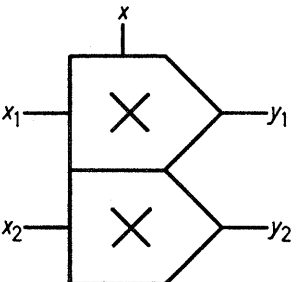
Wird bei Änderung nicht ausgetauscht

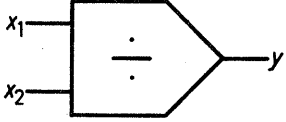
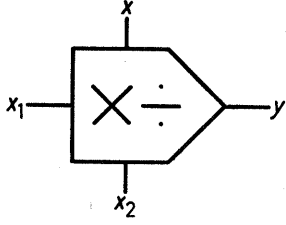
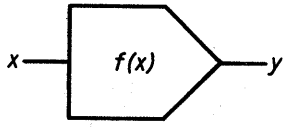
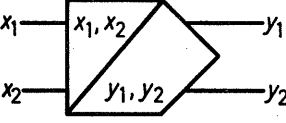
Fortsetzung Seite 2 bis 7  
Erläuterungen Seite 7

Fachnormenausschuß Elektrotechnik im Deutschen Normenausschuß (DNA)

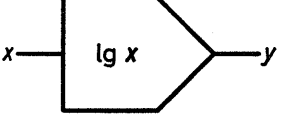
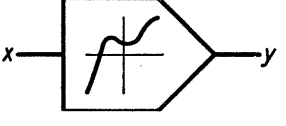
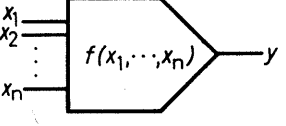
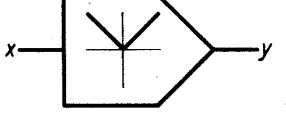
Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des Deutschen Normenausschusses, Berlin 30, gestattet.

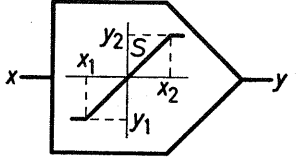
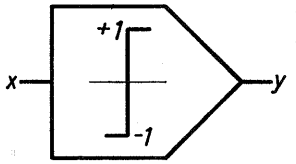
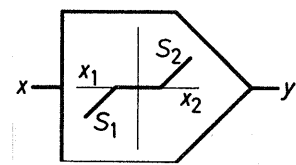
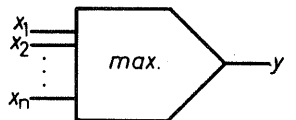
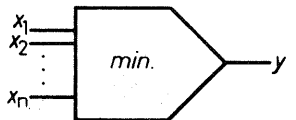
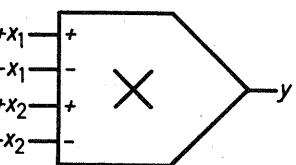
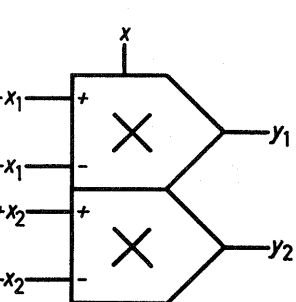
Nr	IEC	Schaltzeichen	Benennung	Bemerkung
6			<p>Frei steuerbarer Integrierer</p>	$y = -k_0 \cdot \int_0^{t_1} \sum_{i=1}^n c_i x_i(t) dt + y(0)$ <p> <math>y(0)</math> Anfangswert  <math>k_0</math> Integrationsfaktor  <math>c_i</math> Bewertungsfaktoren  <math>t_1</math> Integrationsdauer                 </p> <p>Mit den Steuerleitungen <math>s_1</math> und <math>s_2</math> werden die Betriebszustände des Integrierers gesteuert. Der Zusammenhang zwischen den Steuersignalen (an <math>s_1</math> und <math>s_2</math>) und den Betriebszuständen des Integrierers kann durch eine Tabelle oder durch eine formelmäßige Notierung dargestellt werden.</p>
7			<p>Integrierer (integrator)</p>	
8			<p>Komplementär-Integrierer</p>	<p>Bei einem Komplementär-Integrierer sind die Steuersignale <math>s_1</math> und <math>s_2</math> speziell so festgelegt, daß er den Betriebszustand „Integrieren“ immer nur dann annimmt, wenn ein ihm zugeordneter Integrierer (Nr 6) nicht im Betriebszustand „Integrieren“ ist.</p>
9			<p>Frei steuerbarer Speicher</p>	<p>Ein Speicher hält im Betriebszustand „Halten“ den am Ende des vorangegangenen Betriebszustandes „Folgen“ sich als Summe der Eingangsvariablen ergebenden Wert fest. Die Betriebszustände werden durch die Steuersignale <math>s_1</math> und <math>s_2</math> gesteuert.</p>

Nr	IEC	Schaltzeichen	Benennung	Bemerkung
<b>Beispiele für lineare Rechenelemente</b>				
10			Speicher (track and hold amplifier)	Dieser Speicher ist im Betriebszustand „Folgen“, solange ein Integrierer nach Nr 7 in den Betriebszuständen „Integrieren“ oder „Halten“ ist. Im Betriebszustand „Halten“ ist er, solange obiger Integrierer in Anfangswertübernahme ist. Der Speicher selbst nimmt den Anfangswert im Betriebszustand „Pause“ auf.
11			Komplementär-Speicher	Beim komplementären Speicher gilt das unter Nr 10 ausgeführte bezogen auf Nr 8 (Komplementär-Integrierer).
<b>Nichtlineare Rechenelemente</b>				
12			Nichtlineares Rechenelement, allgemein	Die Art der Nichtlinearität kann bei Bedarf durch Kennlinie, Formel oder Text in das Schaltzeichen eingetragen werden.
13			Multiplizierer, allgemein (multiplier, general symbol)	$y = x_1 \cdot x_2$
14			Gekoppelter Multiplizierer, allgemein (multiplier with two channels, general symbol)	$y_1 = x \cdot x_1$ $y_2 = x \cdot x_2$

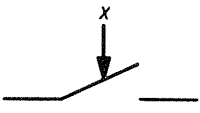
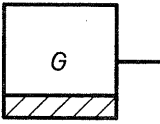
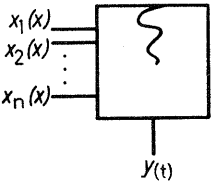
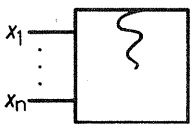
Nr	IEC	Schaltzeichen	Benennung	Bemerkung
15			Dividierer (divider)	$y = \frac{x_1}{x_2}$
16			Gleichzeitig Multiplizierer und Dividierer (multiplier and divider combine in one element)	$y = \frac{x \cdot x_1}{x_2}$
17			Funktionsgeber, allgemein (function generator, general symbol)	$y = f(x)$ An Stelle von $f(x)$ kann die spezielle Funktion eingesetzt werden.
18			Koordinatenwandler, Resolver (resolver)	$x_1, x_2 \rightarrow y_1, y_2$

**Beispiele für nichtlineare Rechenelemente**

19			Logarithmus- funktionsgeber	$y = \lg x$
20			Funktionsgeber für nicht- analytische Funktion	$y = f(x)$
21			Funktionsgeber für Funk- tionen mehrerer Veränder- licher (multi-variable function generator)	$y = f(x_1, \dots, x_n)$
22			Betrags-element (absolute value circuit)	$y =  x $

Nr	IEC	Schaltzeichen	Benennung	Bemerkung
23			<p>Begrenzer (limiter)</p>	$y = y_1 \text{ für } x \leq x_1$ $y = S \cdot x \text{ für } x_1 \leq x \leq x_2$ $y = y_2 \text{ für } x \geq x_2$ <p>Die Steigung S kann <math>\infty</math> sein.</p>
24			<p>Signumelement (signum function)</p>	$y = -1 \text{ für } x < 0$ $y = +1 \text{ für } x > 0$
25			<p>Tote Zone (dead space circuit)</p>	$y = S_1 \cdot (x - x_1) \text{ für } x < x_1$ $y = 0 \text{ für } x_1 \leq x \leq x_2$ $y = S_2 \cdot (x - x_2) \text{ für } x > x_2$
26			<p>Größtwertglied</p>	$y = x_i$ <p><math>x_i</math> = Wert der im mathematischen Sinne größten Eingangsgröße <math>x_i</math> (<math>i = 1 \dots n</math>)</p>
27			<p>Kleinstwertglied</p>	$y = x_i$ <p><math>x_i</math> = Wert der im mathematischen Sinne kleinsten Eingangsgröße <math>x_i</math> (<math>i = 1 \dots n</math>)</p>
28			<p>Parabelmultiplizierer (square multiplier)</p>	$y = +x_1 \cdot x_2$
29			<p>Servomultiplizierer mit 2 Kanälen</p>	$y_1 = +x \cdot x_1$ $y_2 = +x \cdot x_2$

Nr	IEC	Schaltzeichen	Benennung	Bemerkung
30			Modulationsmultiplizierer mit 2 Kanälen (time-division multipliiert)	$y_1 = + \frac{x \cdot x_1}{x_3}$ $y_2 = + \frac{x \cdot x_2}{x_3}$
31			Koordinatenwandler für Kartesische in Polarkoordinaten (resolver, rectangular to polar)	$R = \sqrt{x^2 + y^2}$ $\varphi = \arctan \frac{y}{x}$
32			Koordinatenwandler für Polar- in kartesische Koordinaten (resolver, polar to rectangular)	$x = R \cdot \cos \varphi$ $y = R \cdot \sin \varphi$
33			Totzeitglied (time-delay simulator)	$y(t) = x(t - \tau)$
<b>Rechelemente zur Verarbeitung von analogen und binären Signalen</b> (hybride Rechelemente)				
34			Komparator, Vergleichler (Comparator)	$y = y_1 \text{ für } \sum_{i=1}^n x_i > 0$ $y = y_2 \text{ für } \sum_{i=1}^n x_i < 0$
35			Analog-Digital-Schalter (AD-Schalter) (AD-switch)	$y = 1 \text{ für } \sum_{i=1}^n x_i > 0$ $y = 0 \text{ für } \sum_{i=1}^n x_i < 0$
36			Digital-Analog-Schalter (DA-Schalter) (DA-switch)	$y = y_1 \text{ für } x = 0$ $y = y_2 \text{ für } x = 1$

Nr	IEC	Schaltzeichen	Benennung	Bemerkung
37			<u>Digital-Analog-Schalter</u> (DA-Schalter) (DA-switch)	Vereinfachte Darstellung, wenn nur durchgeschaltet oder getrennt wird. Durchschaltung für $x = 1$
<b>Sonstige Elemente</b>				
38			Rauschgenerator (noise generator)	
39			<u>n-Koordinatenschreiber</u> (recorder with $n$ channels)	
40			<u>n-Kanalschreiber</u> (multi-channel recorder)	

### Erläuterungen

Die in dieser Norm enthaltenen Schaltzeichen gelten vorwiegend für die mit elektrischen bzw. elektronischen Mitteln realisierten Analogrechner.

Ihre Übertragbarkeit auf mechanische, pneumatische oder hydraulische Recheneinrichtungen ist grundsätzlich möglich, bleibt aber bei der vorliegenden Norm unberücksichtigt.

Die Schaltzeichen dienen auch zur Beschreibung und Darstellung von Rechenverfahren in Rechenplänen. Hier sind sie als Symbole für Rechenoperationen aufzufassen, unabhängig von der Art der technischen Realisierung.

Bei den Benennungen der durch die Schaltzeichen dargestellten Rechenelemente wurde in den Fällen die zugehörige Bezeichnung aus dem amerikanischen Sprachgebrauch hinzugefügt, wo sie eindeutig in der Fachwelt bekannt sind und ihre eingebürgerte Prägnanz zur Erläuterung der deutschsprachigen Benennung beiträgt.

Der in dieser Norm dargestellten großen Anzahl von 40 Schaltzeichen liegen nur wenige Prinzipien zugrunde, die es gestatten, weitere Schaltzeichen in verständlicher Weise zu kombinieren. Diese Eigenschaft ist wichtig im Hinblick auf die Verbindung mit digitalen Recheneinrichtungen (hybride Rechensysteme). Beispiele solcher Kombinationen finden sich als Ansätze in den Nummern 34 (Komparator), 35 (Analog-Digital-Schalter) und 36 und 37 (Digital-Analog-Schalter).

Die Analogrechentechnik ist durch die verbreitete Verwendung von Verstärkern gekennzeichnet. Das Dreieck als Symbol eines Verstärkers findet sich darum in fast allen vorgelegten Schaltzeichen. Die Spitze des Dreiecks zeigt dabei stets zur Ausgangsseite des Verstärkers. Die beson-

deren Eigenschaften der „Rechenverstärker“, wie z. B. ihre hohe Verstärkung, Linearität und Driftfreiheit, werden durch selbständige Verstärkersymbole dargestellt (z. B. Nr 2 und 3) und damit von den übrigen Verstärkern der Elektrotechnik (z. B. für Hoch- oder Tonfrequenzen) abgegrenzt. Auch die Schaltzeichen Nr 4 bis Nr 11 (Umkehrer, Summierer und Integrierer) gehen vom „Verstärkerdreieck“ aus.

Für alle Rechenelemente, bei denen der Ausgang über eine nichtlineare Operation mit dem Eingang verknüpft ist, wird als Grundelement ein Fünfeck verwendet, das aus einem „Verstärkerdreieck“ durch Kombination mit einem Rechteck entstanden ist (Nr 12). Die Schaltzeichen Nr 13 und 14 machen davon allgemeinen oder speziellen Gebrauch und zeigen dem Benutzer des Normblattes die Ausbaufähigkeit des vorgelegten Systems von Schaltzeichen und Kennzeichen.

Aus den Normen DIN 40 700 Blatt 10 sowie DIN 40 716 Blatt 5 wurden einige für die Analogrechentechnik häufig benötigte Beispiele in dieses Blatt übernommen.

Eine Besonderheit ist lediglich das Schaltzeichen Nr 1 für ein „Koeffizientenpotentiometer“, das nicht nach DIN 40 712 dargestellt wird, obwohl es technologisch ein Einstellwiderstand ist. Diese Abweichung hat praktische und historische Gründe, wobei die praktischen an Bedeutung überwiegen. In den „Rechenplänen“ wird weitestgehend von der „einpoligen“ Darstellungsweise Gebrauch gemacht, wie sie in Übersichtsplänen üblich ist. Dieser einpoligen Darstellungsweise ist der in den Leitungsweg eingefügte Kreis (siehe Nr 1) besser angepaßt.