

Analogmultiplizierer

Für einige analoge Funktionen benötigt man das Produkt aus 2 Signalen, in der Regel in Form von 2 Spannungen im Bereich von $\pm 10V$. Das Produkt wird als Spannung $X * Y / 10 V$ im $\pm 10V$ Bereich abgegeben.

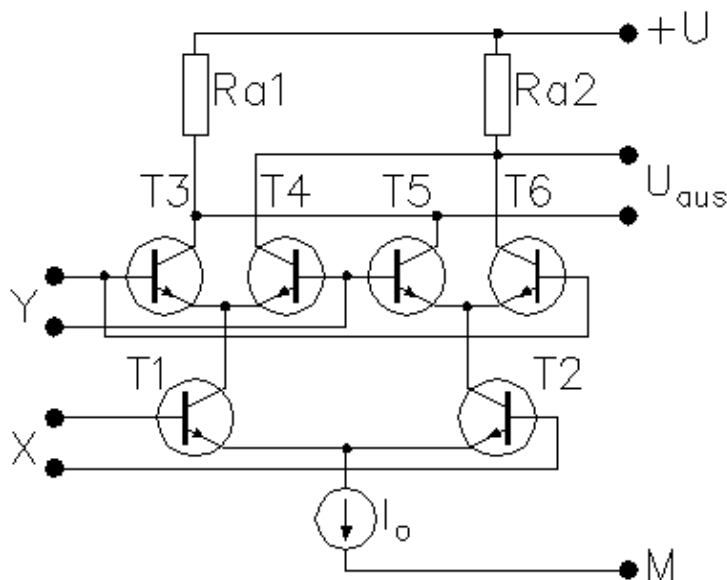
Vor dem Aufkommen moderner Schaltungen in Modulen und IC's gab es 2 Verfahren zur analogen Multiplikation:.

Hallmultiplizierer: Im Luftspalt eines Schalenkerns befand sich ein Hallgenerator, der von dem Feld im Luftspalt angesteuert wurde, also durch den Strom in der Wicklung. Der zweite Eingang war der Steuerstrom des HG's. Die Hallspannung als Produkt aus Magnetfeld und Steuerstrom war das Ausgangssignal.

Quarter-Square Multiplizierer enthalten zwei Widerstands-Dioden Netzwerke, die einen Ausgangsstrom proportional zum Quadrat der Eingangsspannung abgaben. Zur Multiplikation wurden die Summe und die Differenz der beiden Eingangsspannungen A und B auf je ein Netzwerk gegeben: $(A \pm B)^2 = A^2 \pm 2AB + B^2$. Die Differenz der beiden Ausgangssignale ergibt $4AB$, A^2 und B^2 fallen heraus. Solch ein Multiplizierer war ein großes, teures Gerät, das selten eingesetzt wurde.

Heute werden zur analogen Multiplikation 2 Methoden eingesetzt:

Die Gilbert Zelle:



Diese Anordnung stammt vom Analogtechnik-Guru Barry Gilbert. Sie besteht aus den beiden Differenzverstärkern (DV) T3/T4 und T5/T6, deren Ströme von dem dritten DV T1/T2 geliefert werden. Im Folgenden ist z.B. I_1 der Strom durch T1.

Ist die Spannung $X = 0$, so ist $I_1 = I_2 = I_o / 2$ und durch T3, T4 wie auch T5, T6 fließt jeweils der gleiche Bruchteil dieser Ströme durch Ra1 und Ra2. Diese Ströme sind gleich groß und $U_{aus} = 0$, egal wie groß Spannung Y ist.

Wenn Spannung $Y = 0$ ist, sind die Ströme $I_3 = I_4$ und $I_5 = I_6$. Da durch die Arbeitswiderstände die Summe je eines dieser beiden Ströme fließt, sind die Ströme durch Ra1 und Ra2 gleich und es ist wieder $U_{aus} = 0$, unabhängig von Spannung X.

Wird nun der untere DV durch eine Spannung X angesteuert, so werden die Ströme durch T1 und T2 verschieden und es überwiegt die Ausgangsspannung eines der beiden oberen DVs proportional zur Differenz der Ströme. Das Ausgangssignal ist bei kleinen Spannungen X und Y proportional zum Produkt der beiden.

Logarithmische Multiplizierer / Dividierer:

Diese Schaltungen logarithmieren die Eingangsspannungen, addieren / subtrahieren sie und delogarithmieren (=exponenzieren) sie dann wieder. Ergibt gute Genauigkeiten über weite Wertebereiche, macht aber Probleme bei negativen Spannungen.

Anwendungen:

Die klassische Anwendung eines analogen Multiplizierers ist die Messung elektrischer Wirkleistungen. Man führt den Eingängen je eine Spannung zu, die proportional zum Strom und der Spannung ist und erhält als Produkt die Augenblicksleistung. Aus ihr erhält man durch zeitliche Mittelung mit einem RC-Glied die die echte Wirkleistung. Die Blindleistung wird unterdrückt.

Andere Anwendungen sind die Messung des Effektivwertes, die elektronische Verstärkungsregelung und die Einstellung des Laststroms proportional zur Eingangsspannung in Netzteilen mit Korrektur des Leistungsfaktors.

Der (Gilbert-) Multiplizierer AD532 enthält alle Baugruppen zum Skalieren der beiden Eingangsspannungen, so daß bei Eingangsspannungen im Bereich von $\pm 10V$ die Ausgangsspannung der Beziehung gehorcht: $U_{\text{aus}} = U_1 * U_2 / 10V$. Das Datenblatt dieses ICs zeigt, wie der im IC enthaltene Operationsverstärker zur Bildung des Quadrats und der Wurzel aus einer Spannung und anderer Beziehungen verschaltet werden kann.