

Differentielle Spannungsmessung

Der Differenzeingang hat einen Plus- und einen Minuseingang sowie einen notwendigen Massebezug (GND). An beiden Eingängen können massebezogene Signale angelegt werden. Es wird vom Differenzeingang die Differenz der Eingänge erfasst.

Die Formel für die differentielle Spannungsmessung lautet:

$$U_a = (U_+ - U_-) \cdot V \quad \text{für } V=1 \text{ gilt: } U_a = U_+ - U_-$$

U_a = Ausgangsspannung (Messspannung)

U_+ = Spannung am "+" Eingang

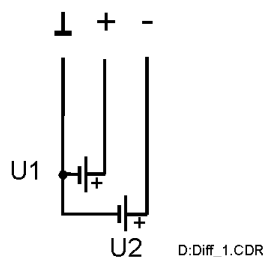
U_- = Spannung am "-" Eingang

V = Verstärkung (falls vorhanden)

Der Spannungsbereich von "U+" und "U-" muss zwischen $\pm 10V$ (*) liegen. Das Ergebnis für U_a (Formel 1) muss innerhalb von $\pm 10V$ (*) liegen.

Die Eingangsspannungen "U+" und "U-" müssen einen Massebezug haben. Siehe Skizze.

Diff.-Eingang



U_1 und U_2 sind Batterien. $U_1 = 1,5V$ und $U_2 = 9V$.

$$U_a = 1,5V - 9V.$$

$$U_a = -7,5V.$$

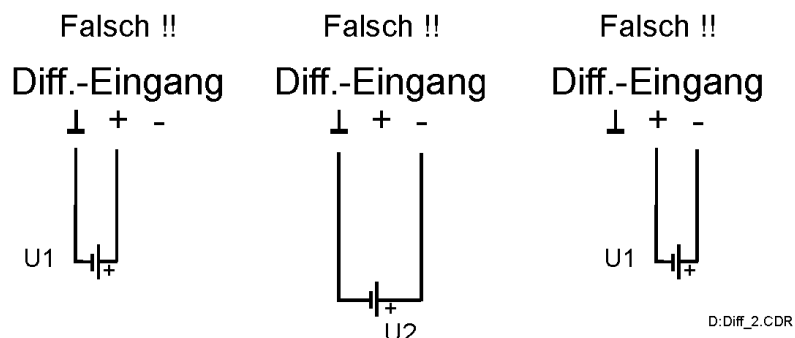
Der Differenzeingang misst die Spannungsdifferenz von "U+" und "U-".

Beide Spannungen müssen unbedingt einen Massebezug haben. Wie in der Skizze dargestellt, sind U_1 und U_2 mit "⊥" (GND) verbunden.

(*) Wird eine Messkarte mit Differenzeingängen verwendet, so gilt hier der gewählte Messbereich als Grenze. Gängige Bereiche sind $0-10V$, $\pm 5V$, $\pm 10V$ (siehe Messkarte).

Falsche Beschaltung der Eingänge

Nachfolgend sind Beschaltungen des Differenzeinganges dargestellt, die **nicht** funktionieren. Es gibt jedoch die Möglichkeit Zusatzwiderständen anzuschließen, damit auch diese Beschaltungen arbeiten. Siehe weiter unten im Text.



Wozu Differenzeingänge bei der Spannungsmessung?

Der Differenzeingang wird zur Unterdrückung von Störungen verwendet. Angenommen, die Spannung U_1 ist 50m vom Eingang des Messsystems entfernt. Die Zuleitungen verlaufen parallel zu einer 50Hz Netzleitung. Dies ergibt eine Brummeinstreuung auf beiden Eingangssignalen "+" und "-". Durch die Differenzbildung wird das Brummen "herausgerechnet".

Diff.-Spannungs-Messung

Diff.-Eingang



D:Diff_3.CDR

Dies ist die häufigste Anwendung eines Differenzeinganges. Die Störungen ($U_{50\text{Hz}}$) werden von dem eigentlich zu erfassenden Signal (U_1) abgezogen.

Dies gilt auch für Gleichspannungsanteile. Es werden so unterschiedliche Massepotentiale der Messorte kompensiert.

Hinweis: Die "+" und "-" Zuleitungen geschirmt (abgeschirmtes Kabel) verlegen. Dies mindert den Störeinfluss. Der Schirm ist mit GND verbunden.

$$U_a = (U_+ - U_-) \cdot V$$

$$U_a = ((U_1 + U_{50\text{Hz}}) - (0V + U_{50\text{Hz}})) \cdot V$$

$$U_a = (U_1 + U_{50\text{Hz}} - 0V - U_{50\text{Hz}}) \cdot V$$

$$U_a = U_1 \cdot V$$

SE-Spannungsmessung

Wenn der Eingang "U-" direkt mit "⊥" (GND, Masse) verbunden wird, ergibt sich die massebezogene Messung ("U-" hat den Wert 0 Volt):

$$U_a = (U_+ - 0V) \cdot V$$

$$U_a = U_+ \cdot V$$

Genaugenommen wird auch hier differentiell gemessen. Die störungsunterdrückende Wirkung gilt jedoch nur für die Strecke der Brücke zwischen "-" und "⊥" (GND). Störungen (Gleichtaktstörungen) auf den Zuleitungen von U_1 werden nicht reduziert.

SE.-Spannungs-Messung

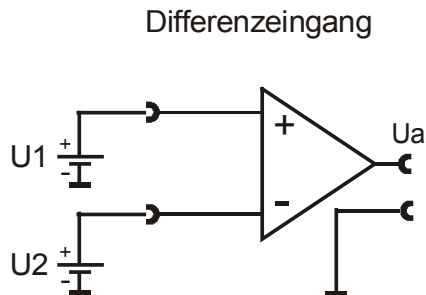
Diff.-Eingang



D:Diff_4.CDR

Aufbau von Differenzeingängen

Es gibt Differenzverstärker, die aus mehreren OPs bestehen und die Differenzfunktion wie oben beschrieben haben. Diese OPs haben einen hohen Eingangswiderstand, der mindestens einige MOhm beträgt.



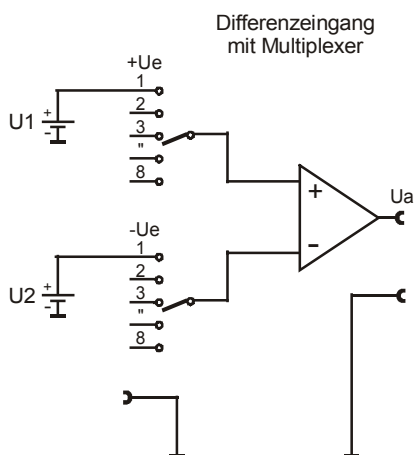
Die Abbildung zeigt einen Differenzeingang wie bereits beschrieben. Der Eingang wird hier nur durch ein OP-Symbol dargestellt. Auch hier müssen beide Eingangsspannungen einen Massebezug haben.

Bei Messkarten werden die Eingänge über einen Multiplexer (elektronischer Umschalter) umgeschaltet. Die Ausgänge (+Ue und -Ue) des Multiplexers gehen dann auf den Eingang eines Differenzverstärkers. Die meisten Messkarten haben 16 massebezogene Kanäle oder 8 Differenzeingänge oder entsprechend mehr Eingänge.

Bei Messkarten zu beachten

Da die Eingänge bei Messkarten nicht direkt auf die Eingänge des Differenzverstärkers geführt sind, sondern über den Multiplexer führen, gibt es einiges zu beachten. Aufgrund der elektronischen Eigenschaften des Multiplexers dürfen die Messkarten nur niederohmig angesteuert werden. Der Quellwiderstand sollte max. einige 100 Ohm betragen. Ist der Quellwiderstand zu groß, so führt dies zu Rauschen und Nullpunktfehlern.

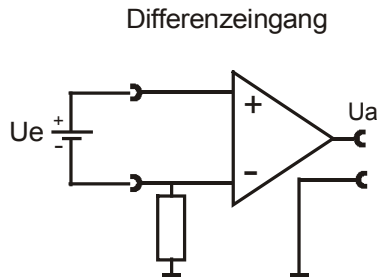
Wird an einem Kanal ein Signal mit einer hohen Frequenz angelegt, so kann dies auf anderen Kanälen „übersprechen“. Rechtecksignale zum Beispiel beinhalten sehr hohe Frequenzen. Beträgt die Abtastrate z.B. 100kHz, so ist ein Tiefpass von 50 kHz oder kleiner sinnvoll.



Die Abbildung zeigt einen typischen 8-Kanal-Differenzeingang von einer Messkarte mit vorgeschaltetem Multiplexer. Wird der Kanal 1 gemessen, so liegt U1 am Plus Eingang des Differenzverstärkers und U2 am Minuseingang an.

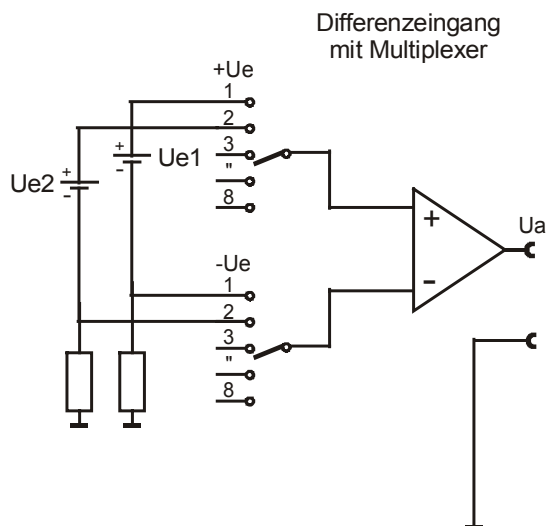
Massebezug durch einen Widerstand

Wie oben beschrieben, müssen beide Eingangsspannungen U_1 und U_2 einen Massebezug haben. Möchte man eine Spannung messen und den Vorteil des Differenzverstärkers nutzen, so kann ein Massebezug über einen Widerstand geschaffen werden.



Die Abbildung zeigt einen Differenzeingang mit einem Widerstand, der den Massebezug herstellt.

Günstige Werte für den Widerstand liegen bei ca. 10 k Ω m. Die Unterdrückung von Störungen bleibt bei niederohmigen Quellen erhalten. Für Messkarten mit Multiplexereingängen werden entsprechend viele Widerstände benötigt.



Die Abbildung zeigt Differenzeingänge einer Messkarte mit den Widerständen, die den Massebezug ermöglichen.