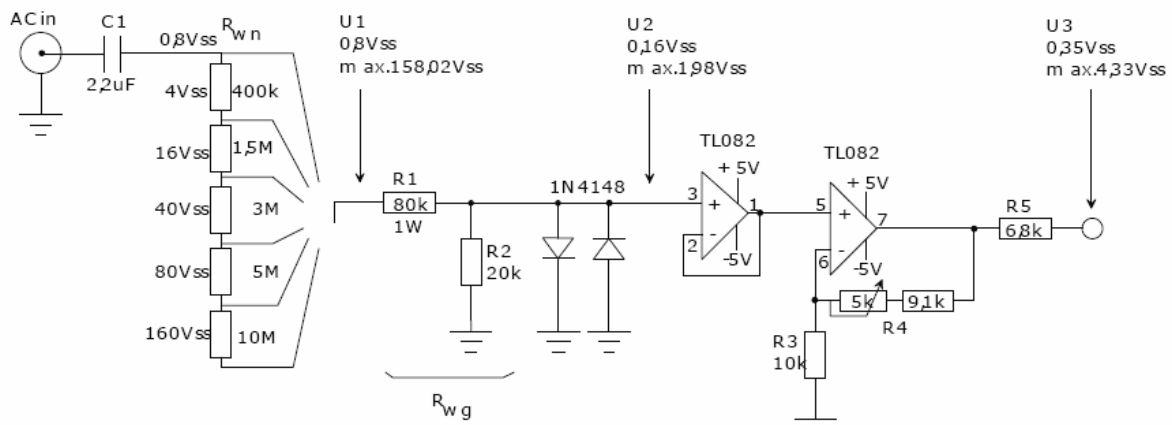


AC USB Oszilloskop



Die Signalspannung kann in sechs verschiedenen Messbereichen von 0 – 160Vss verarbeitet werden. Zwei Spannungsteiler reduzieren das Signal auf einen Regelwert von maximal 0, 16Vss. Für den Fall, dass ein Messbereich erheblich überschritten wird, habe ich einen Diodenschutz integriert, der das Signal ableitet. Um die in der Schaltung

fließenden Ströme gering zu halten, ist der Spannungsteiler sehr hochohmig gewählt. Der Impedanzwandler ist ein Operationsverstärker mit dem Verstärkungsfaktor 1. Er trennt den hochohmigen Eingang vom Ausgang der Schaltung. Der Signalverstärker passt das Signal von 0,16Vss den 0, 35Vss an. Es wird dann durch den Audiocontroller digitalisiert.

Das Eingangssignal wird durch den Entkopplungskondensator C1 von möglichen Gleichspannungsanteilen getrennt. Der Grund liegt darin, dass ein gleichspannungsgekoppelter Verstärker viele Probleme mit sich bringt, ohne dass er hier einen Nutzen hätte. Das Signal trifft nun auf den ersten Spannungsteiler, der direkt mit dem sechsstufigen Schalter verbunden ist. Jeder Stufe ist ein diskreter Widerstand zugeordnet, die in Reihe zusammengeschaltet werden. Wenn wir beispielsweise die Maximalspannung von 160Vss messen möchten, arbeiten wir in dem Bereich 20 V Div . In der Schaltung ergibt sich so ein Spannungsteiler mit $R_{wn} = 19,9\text{M}$ und

$R_{wg} = 100\text{k}$. Nach der Kirchhoffschen Regel und dem Ohmschen Gesetz ergeben sich folgende Gleichungen:

$$I = \frac{U_e - U_1}{R_{wn}} = \frac{U_1}{R_g}$$

$$U_1 = \frac{U_e}{1 + \frac{R_{wn}}{R_{wg}}}$$

$$U_1 = \frac{160V_{ss}}{1 + \frac{19,9M\Omega}{0,1M\Omega}} = 0,8V_{ss}$$

An U_1 fallen in jeder Messstufe maximal 0,8Vss ab. Der zweiten Spannungsteiler arbeitet nach der selben Gleichung:

$$U_2 = \frac{0,8V_{ss}}{1 + \frac{80k\Omega}{20k\Omega}} = 0,16V_{ss}.$$

An U_2 liegen demnach $0,16V_{ss}$ an.

Die Dioden haben unter diesen Bedingungen keinen Einfluss auf die Spannung. Sie schützen die Elektronik für den Fall, dass ein Messbereich erheblich überschritten wird, indem der Messbereichsschalter auf einer zu kleinen Position steht. Am Extremfall lässt sich der Mechanismus anschaulich zeigen. Wenn man mit $0,1 \text{ V}_{Div}$ den $0,8V_{ss}$ Messbereich wählt, jedoch eine Signalspannung von $160V_{ss}$ anlegt, würden an U_1 , ohne die Dioden, $32V_{ss}$ auf die Operationsverstärker treffen. Um diese zu schützen sind die Dioden eingebaut. Sie sind antiparallel gegen Masse geschaltet. Ihr Arbeitspunkt liegt auf dem Nullpotential. An der Charakteristik des verwendeten Modells, 1N4148, ist zu erkennen, dass die Dioden bereits ab einer Spannung von $275mV$ also $778mV_{ss}$ leiten und dadurch die zu hohe Spannung abführen. Ihre Schaltspannung beträgt $0,7V$, was zur Folge hat, dass an U_2 maximal $1,98V_{ss}$ abfallen. Es ist sehr wichtig, dass die Flussschwelle der Dioden über dem maximalen Signalwert von $0,16V_{ss}$ liegen, da sie sonst die Messergebnisse verfälschen würden. Schottky Dioden wären hier deshalb ungeeignet. Das Signal trifft nun die Operationsverstärker. Ich wählte hierfür den TL082, der sich durch sein geringes Rauschverhalten auszeichnet. Alternativ könnte auch der TL072 verwendet werden. Der Operationsverstärker mit dem Verstärkungsfaktor $v = 1$ hat die Aufgabe, den sehr hochohmigen Eingang (bis zu $20M$) vom Ausgang der Schaltung zu trennen. Da der TL082 zwei integrierte OP-Amplifier besitzt, entschied ich mich die Impedanzwandlung getrennt von der eigentlichen Verstärkung vorzunehmen. Die Spannung trifft nun auf den zweiten Verstärker. Durch das Beschalten des nicht invertierenden Eingangs ergibt sich für den Verstärkungsfaktor folgende Formel:

$$v = \frac{R_3 + R_4}{R_4}$$

Um einen maximalen Ausgangspegel von $0,35V_{ss}$ zu erhalten müssen die $0,16V_{ss}$ mit dem Faktor $2 \frac{3}{16}$ verstärkt werden. Die Widerstände R_3 und R_4 sollen zusammen größer als $10k$ sein, da sonst der Stromfluss im Operationsverstärker zu groß wäre. Bei einer Wahl von $R_4 = 10k$ ergibt sich für $R_3 = R_4(v - 1) = 11,875k$. Um die Verstärkung noch leicht nachjustieren zu können, nutzt man für R_3 eine Reihenschaltung eines $9,1k$ Widerstandes und $5k$ Trimpotentialmeters, der sich durch seine Spindel sehr genau justieren lässt. Der $6,2k$ definiert den Ausgangswiderstand.