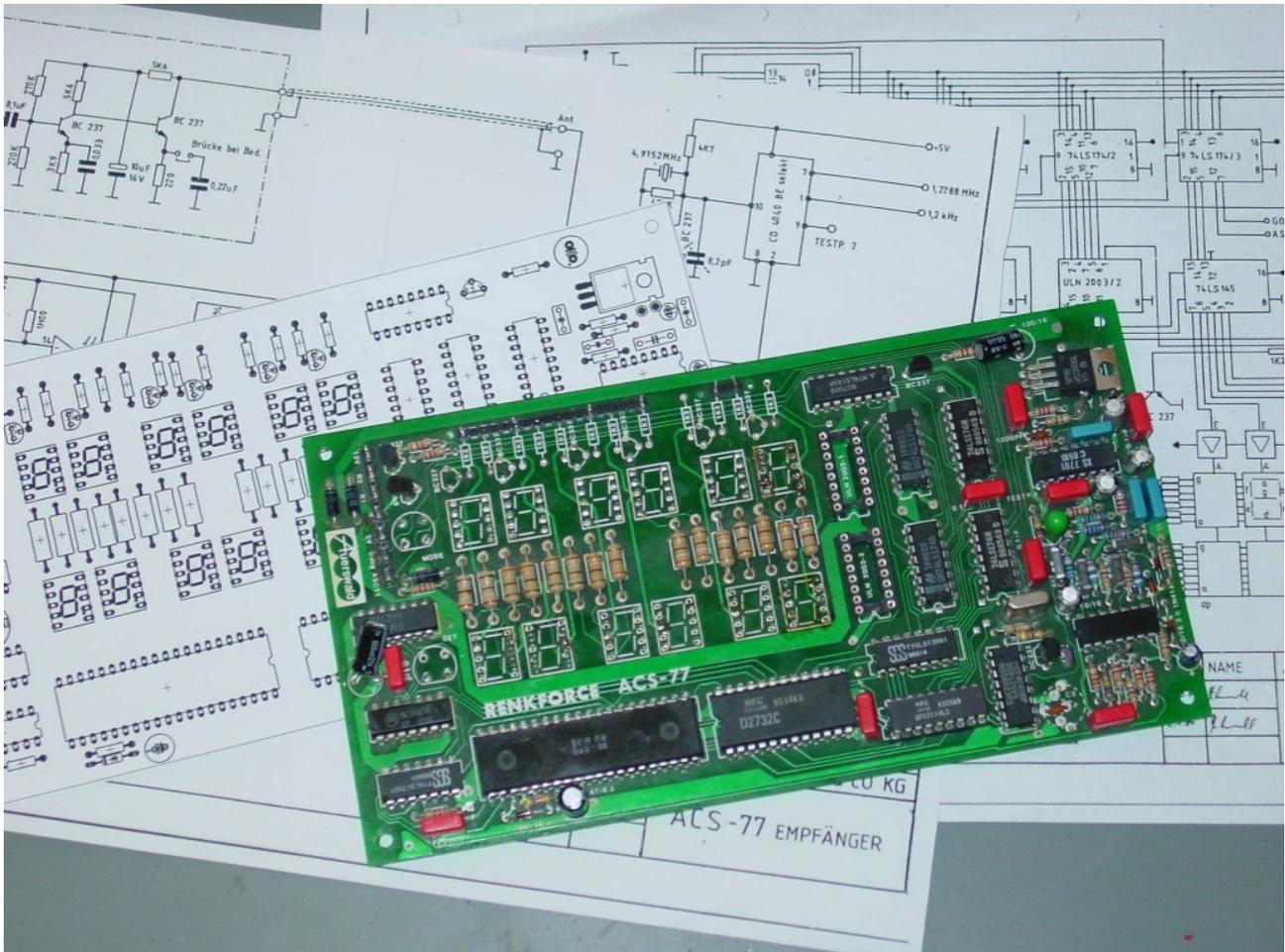


ACS77 – Renkforce (Bau eines Clones)

Veröffentlicht 2011 / bearbeitet 2019 von Bernhard Redemann / alle Angaben ohne Gewähr

Vor vielen, vielen Jahren, etwa im Jahre 1985, erschien bei Völkner die o.g. Funkuhr, die nun praktisch Kultstatus erreicht hat. Die Uhr ist mit bedrahteten Bauteilen bestückt, u.a. wurde der damals sehr moderne Z-80 A Mikroprozessor eingesetzt. Neben den zwölf 7-Segment-Anzeigen (HA1103) befindet sich auf der Leiterplatte ein aus einzelnen Bauteilen aufgebauter DCF-77 Empfänger mit dem TCA440 (XS7701).



Grobes Funktionsprinzip der Schaltung

Als Spannungsversorgung wird neben der 5V für die Digitalelektronik auch eine 12V Spannung benötigt. Durch den relativ hohen Strom im 5V Bereich (fast alles LS-TTL Bauteile im Original) wurde kein 5V Spannungsregler auf dem Board verbaut, da dieser sehr warm wird. Die 12V werden zum Einen für die Displays verwendet, außerdem ist ein 7808 Regler vorhanden, der die Spannungsversorgung für den Analogteil (TCA440 und RC4136) zur Verfügung stellt.

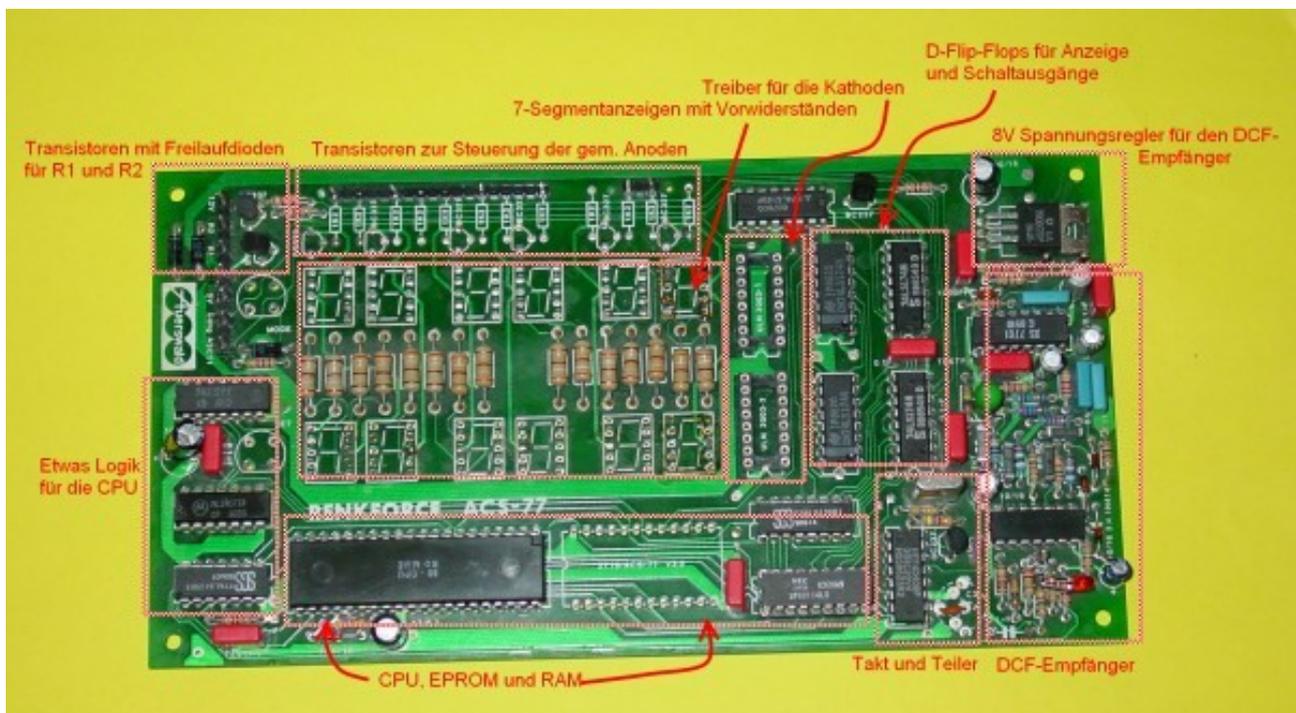
Die Taktfrequenz für den Z80 wird mit einem Quarzoszillator auf Basis eines Transistors mit einem 4,9152MHz Quarz und eines Binärteilers (4040) erzeugt. Die Frequenz für den Z80 beträgt $4,9152\text{MHz} / 2^2 = 1,2288\text{MHz}$ (Ausgang Q2 vom 4040). Es wird zudem ein 1,2Khz Takt ($4,9152\text{MHz} / 2^{12} = 1,2\text{kHz}$, Q12) und ein 76,8kHz Takt ($4,9152\text{MHz} / 2^6 = 76,8\text{kHz}$, Q6) für den internen Oszillator des TCA440 (Pin 5) erzeugt.

Der Mischer im TCA440 mischt das empfangene DCF Signal (Pin1, 77,5kHz) mit dem Taktsignal vom 4040 (Pin Q6, 76,8kHz). Die daraus resultierende Zwischenfrequenz (IF, ZF, 700Hz) des Mixers (Pin 15) wird über zwei Filter (A1, A2 im Original) an die internen Verstärkerstufen des TCA440 weitergeleitet. Die Zwischenfrequenz (Ausgang Pin 7) wird über einen Demodulator (Diodenkonstruktion), einen Tiefpass 1. Ordnung (A3) und im Anschluss daran zum Komparator A4 geleitet, so dass bei gutem Empfang die Leuchtdiode (DCF) im Sekundentakt zu blinken beginnt.

Die Z80 CPU, das EPROM 2716 und das RAM 2114 ist die typische Mikroprozessoreinheit, die in den 80er Jahren zu finden war. Im EPROM 2716 ist das Programm zu finden, welches vom Z80 ausgeführt wird. Dazu sind die Adress- und Datenleitungen notwendig. Der Z80 besitzt einen Programmzähler, der von Adresse zu Adresse springt und die Kommandos, die in der jeweiligen Adresse hinterlegt, ausführt. Die Datenleitungen werden in geeigneter Weise (über die D-Flip Flops HCT174 und die 2 zu 4 Line-Dekoder HCT139) auch zur Ansteuerung der Anzeigen verwendet. Dies ist insofern besonders, da keine PIO, wie z.B. ein 8255 hier Verwendung findet. Heutzutage würde für diesen Aufbau eine einziger Mikrocontroller, z.B. eine Atmega32 ausreichen.

Die Ansteuerung der LED-Display erfolgt über zwei Treiberbausteine ULN2003 (jeweils einer für eine Reihe), welche die Kathoden der Anzeigen steuert. Die Anoden werden über PNP-Transistoren BC327 gesteuert.

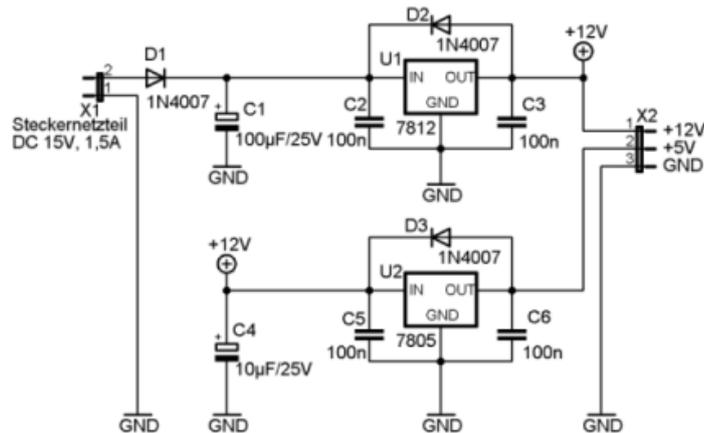
Die Tasten „mode“ und „set“ bieten Programmiermöglichkeiten, z.B. als Wecker. Mittels zweier Ausgänge R1 und R2 kann man z.B. Relais schalten, die dann entsprechend z.B. ein Radio oder die Kaffeemaschine einschalten. Die oberen sechs 7-Segmentdisplays zeigen die Uhrzeit an, die untere Reihe das Datum.



Steckernetzteil mit +12V und +5V Ausgang

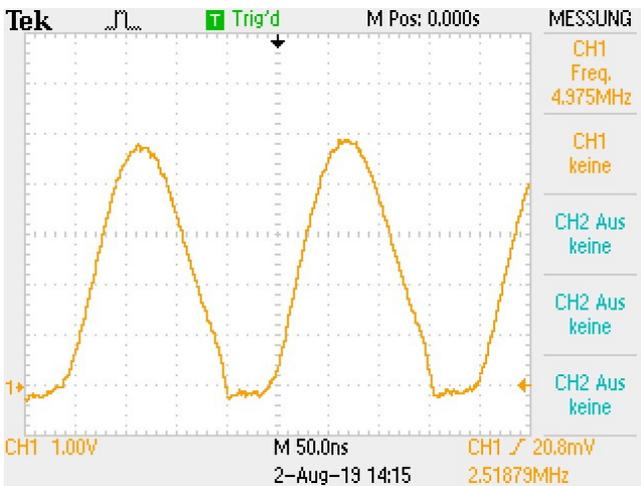
Da die Uhr neben den 12V für die Displays auch noch eine extra 5V Spannungsversorgung benötigt, kann man im einfachsten Fall ein 15V (DC) Steckernetzteil verwenden und folgende Schaltung aufbauen:

Alternativ und effektiver ist die etwas aufwändigere Variante mit zwei Schaltreglern, z.B. LM2576-5 und -12 möglich. Somit wäre die Stromversorgung für die Uhr gewährleistet.

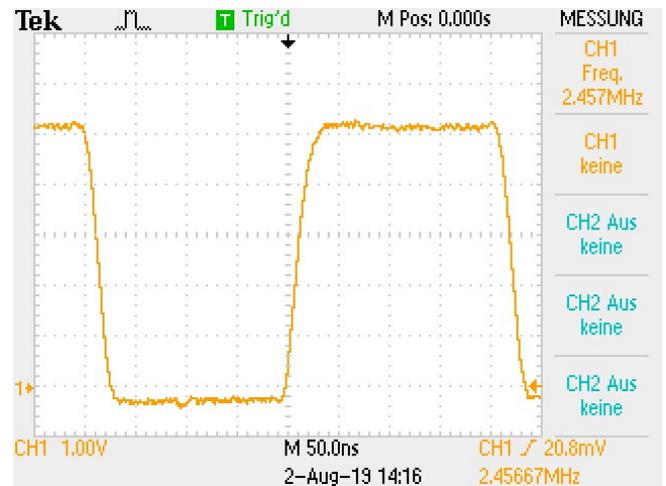


Messung der Taktfrequenzen

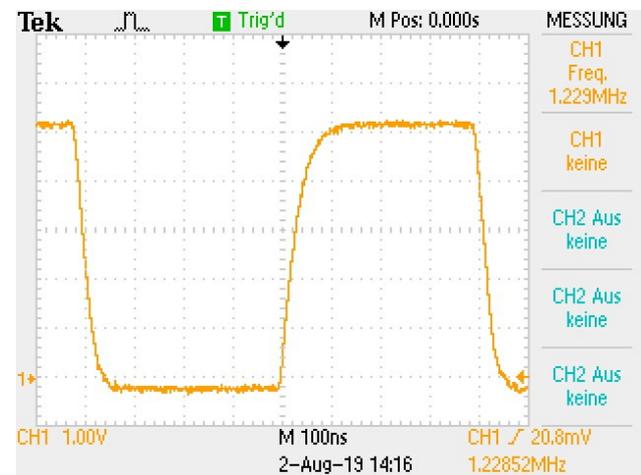
Messungen am 4040:



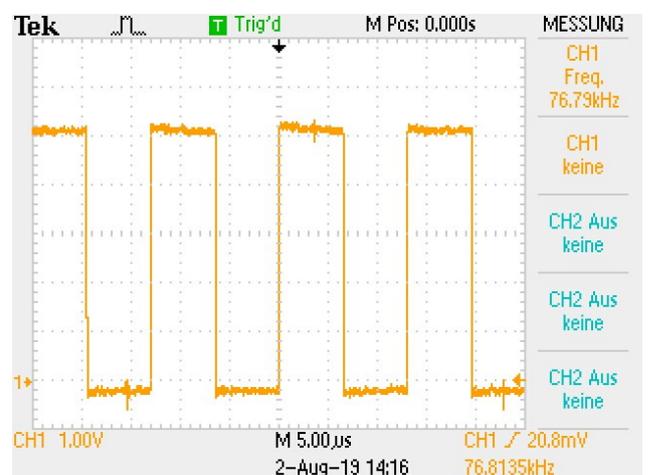
Pin 10 - Quarzfrequenz



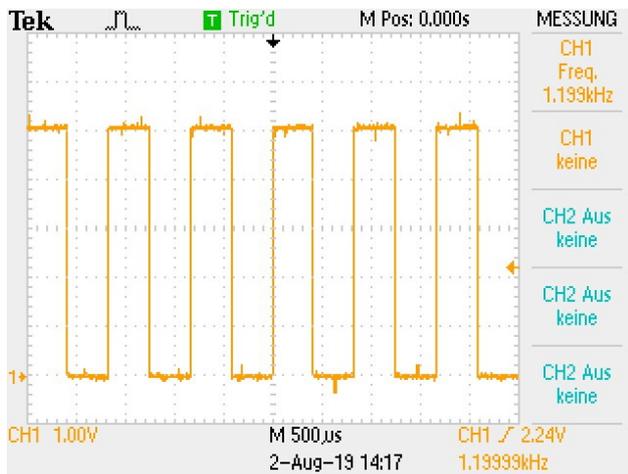
Pin 9 - Testpunkt



Pin 7 – 1,2288MHz CPU Takt



Pin 2 – 76,8kHz Oszillator TCA440



Pin 1 – 1,2kHz Takt

Reverse Engineering

Am obigen ersten Bild sieht man schon: An der Uhr wurde herumgelötet, die 7-Segment Anzeigen und Treibertransistoren fehlen u.a. . Nicht nur deshalb kam ich auf die Idee, mir die Schaltung etwas genauer anzuschauen und ein Reverse-Engineering durchzuführen.

Es stellte sich dann auch heraus, dass der Originalschaltplan (Version vom 29.9.1983 und 2.4.1984) nicht vollständig ist bzw. teilweise Fehler enthält. Diese sind insbesondere:

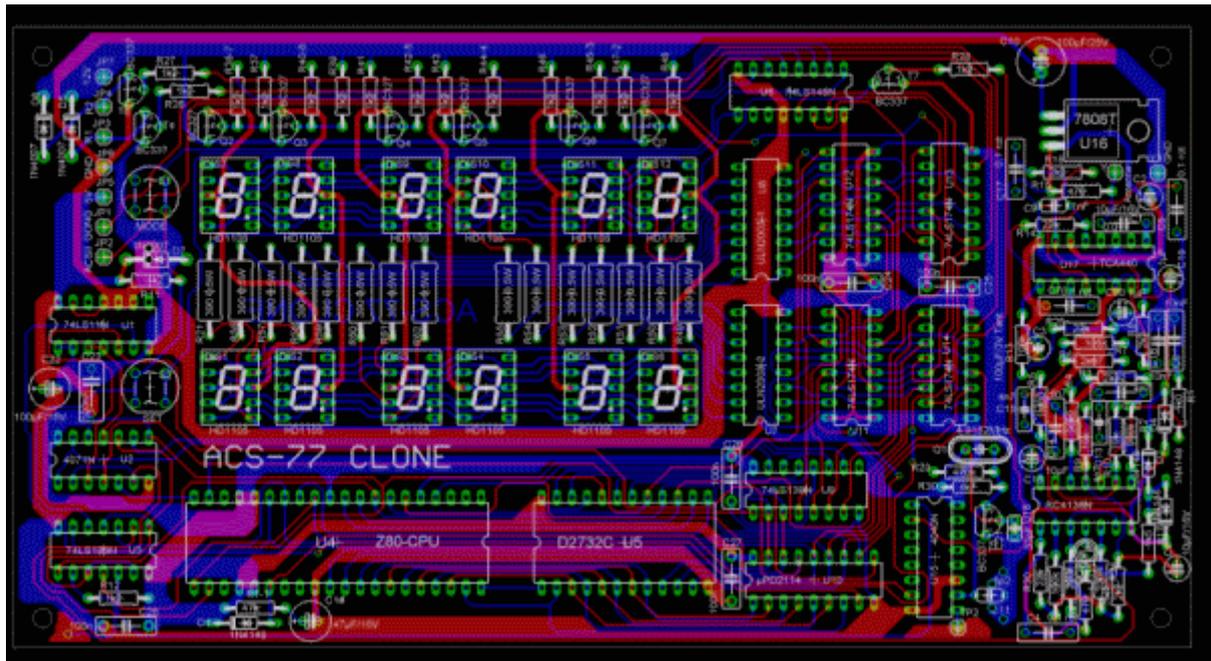
1. Diode 1N4148 am Z-80 (Pin26) ist falsch herum gezeichnet
2. Der Z-80 hat insgesamt 5 Anschlüsse (nicht 4), die an +5V gehen: Pin 11, 16, 17, 24 und 25.
3. Am EPROM 2732 ist auch der Pin 21 (A11) an +5V angeschlossen
4. An den ICs 74LS174/3 und /4 fehlt der Anschluss von Pin11 (D5 vom 2732). Alle vier 74LS174 sind mit Pin11 an D5 des 2732 verbunden.
5. An den ICs 74LS174/1 und /2 fehlt der Anschluss von Pin1. Auch bei diesen beiden ist der Pin1 an +5V angeschlossen, wie beim 74LS174/4. Beim 74LS174/3 ist Pin1 mit dem Reset des Z80 verbunden.
6. Es fehlen im Stromlaufplan die Blockkondensatoren 0,1µF für diverse ICs auf der Leiterplatte.
7. Der 74LS11 hat drei Gatter, wobei nur eins davon benutzt wird. Die unbenutzten Gattereingänge sollten auf ein definiertes Potential, z.B. Masse gelegt werden.

Durch Messung an den Pins und durch optische Überprüfung habe ich diese Fehler herausgefunden.

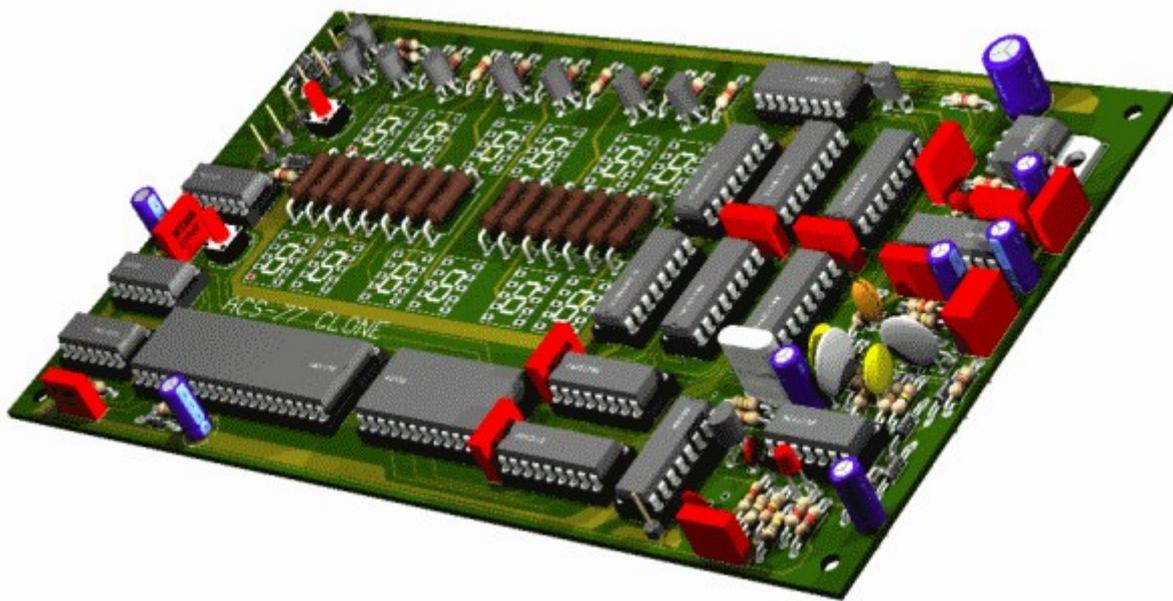
Der Clone

Nach all den Messungen ergibt sich der Stromlaufplan in Eagle wie folgt:

Das zweiseitige Layout der Uhr wurde, so weit es ging, nachgezeichnet und sieht nun so aus:



3-D Ansicht des Clones, allerdings ohne die 7-Segment Anzeigen (erstellt mit Eagle3D):



Aufbau des ACS-77 Clones

Start des Projekts: 13.11.2010, Abschluss: 2011

Eigentlich lohnt sich der Nachbau dieser Uhr überhaupt nicht, da die Kosten der Leiterplatte und der abgekündigten Bauteile enorm sind (aber sicher noch preiswerter als der Originalpreis).

Dennoch wagte ich das Experiment und ließ eine doppelseitige Leiterplatte fertigen. Die Bauteile bezog ich u.a. von segor.de, kessler-electronics.de und hinkel-elektronik.de. Die Widerstände der R96er Reihe bekommt man von Kessler im 10er Pack, bei Segor gibt es u.a. die 7-Segment Anzeigen und bei Hinkel das RAM.

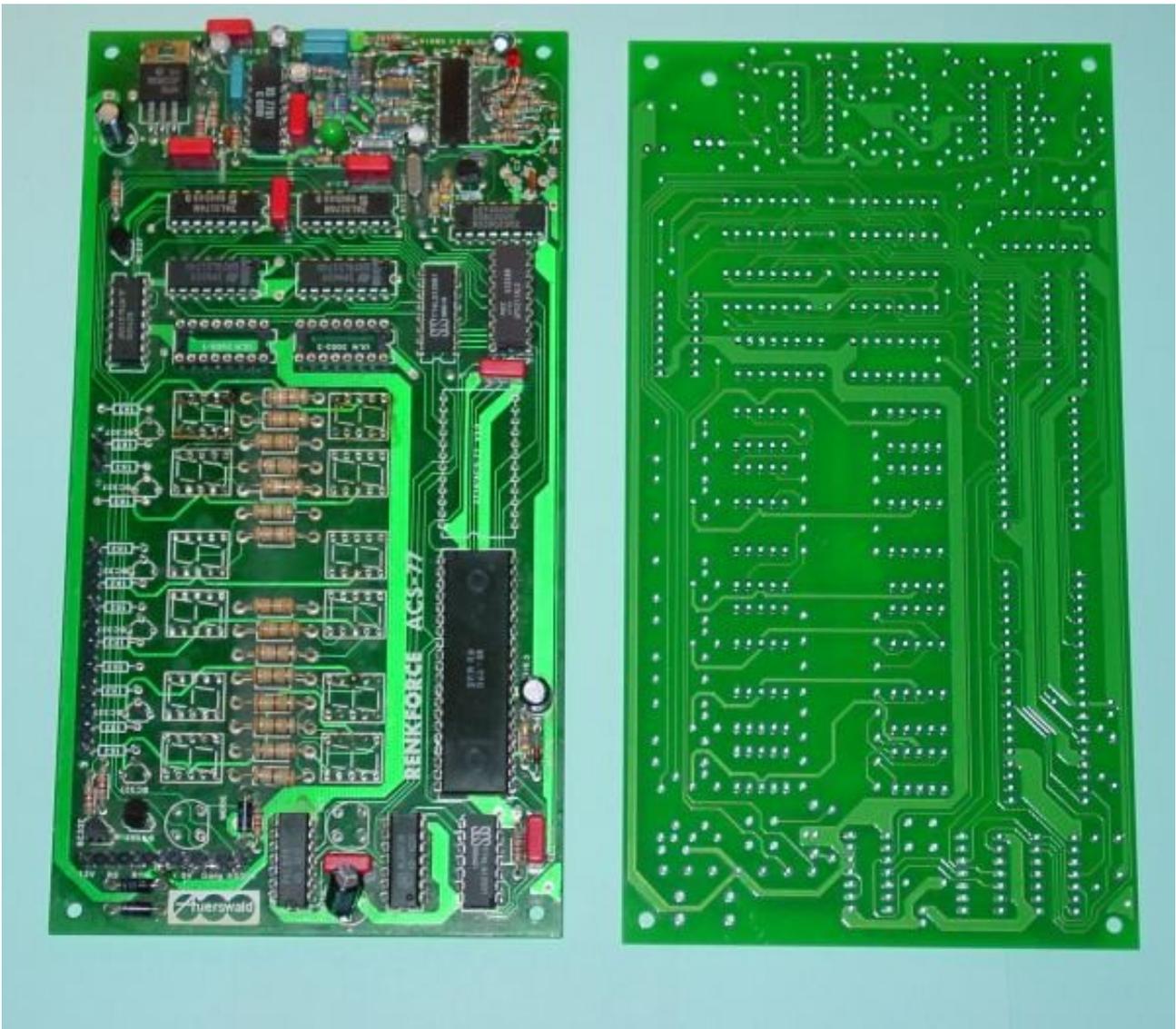
Lieferantenliste (unvollständig, ohne Gewähr!)

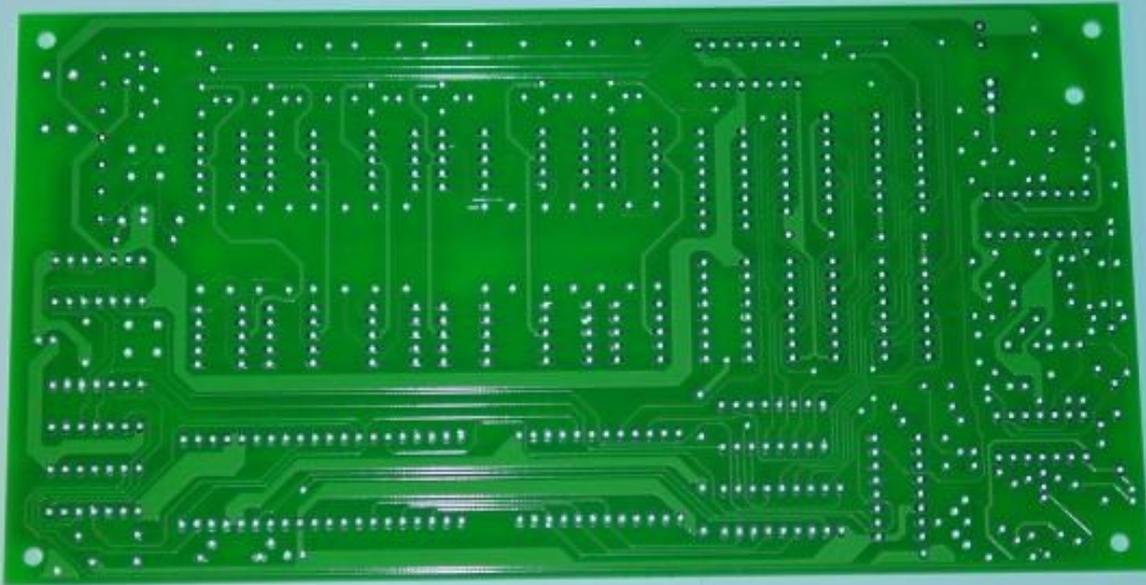
	Segor	Reichelt	Hinkel	Kessler
RAM 2114				
Z80 CPU	Z 80A CPU	Z84C00-06MHZ	Z80ACPU	Z84C0006PEG
EPROM 2732	2732-450 /programmiert	---	2732A-200	---
TCA440	TCA 440 (n.l.)	TCA440	TCA440	---
105k	---	METALL 105K		M0207 105k
2,32k	---	METALL 2,32K		
2,67k	2k67-0207-0,1%	---		
90,9k	MF 90k9-1%	METALL 90,9K		
909k	---	METALL 909K		
HA1103	SA39-11EWA	SA39-11 RT	SA39-11SRWA	SA39-11SRW

Quelle ebay: EPROM: 2732C (2 – 5€)
RAM: μ PD2114 (3 – 12€)
Empfänger: XS7701 (TCA440, alternativ A244D oder K174XA2) (5 – 8€)
CPU: Z80 A CPU (5 – 8€)

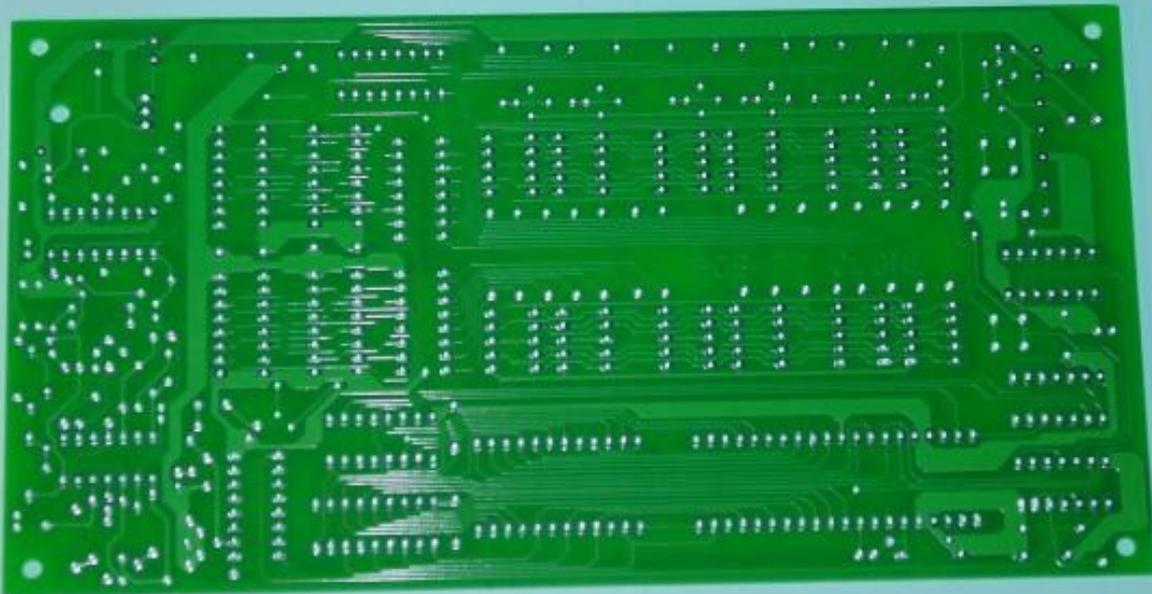
Alle anderen Bauteile sind Standardbauteile und beschaffbar.

Die folgenden Bilder zeigen zunächst die gelieferte Leiterplatte (erste Version) und den Vergleich „alt-neu“:



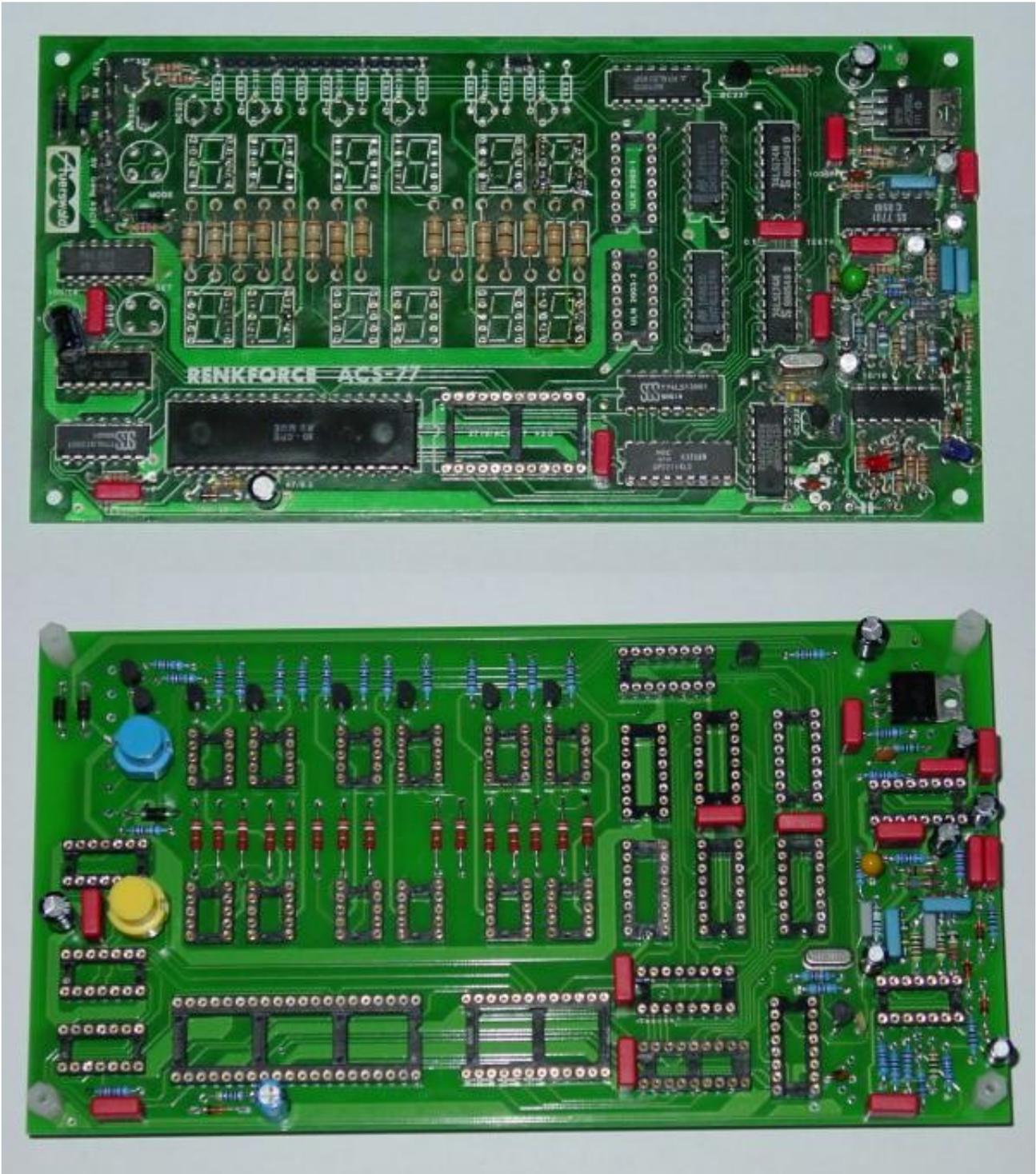


ACS-77 Clone: Leiterplatte oben



ACS-77 Clone: Leiterplatte unten

Die alte und neue, bestückte Leiterplatte im Vergleich:



Ein wesentlicher Unterschied zum Original ist das Verwenden von IC-Fassungen, nicht nur für die ICs sondern auch für die 7-Segment Anzeigen. Auch werden anstelle der 74LS TTL-Bausteine die stromsparende CMOS-Variante **74HCT** eingesetzt. Ausnahme ist der 74LS145, da dieser Open-Kollektor Ausgänge hat, gibt es diesen nicht als CMOS. Die beiden Taster „Mode“ und „Set“ werden auf höhere Buchsenleisten gesteckt.

Zunächst werden alle flachen Bauteile wie Widerstände, Dioden, der Quarz und die IC-Sockel angelötet. Dann folgen die kleinen Kondensatoren (keramisch), der Spannungsregler, die MKS-Kondensatoren, die Transistoren und die Elkos.

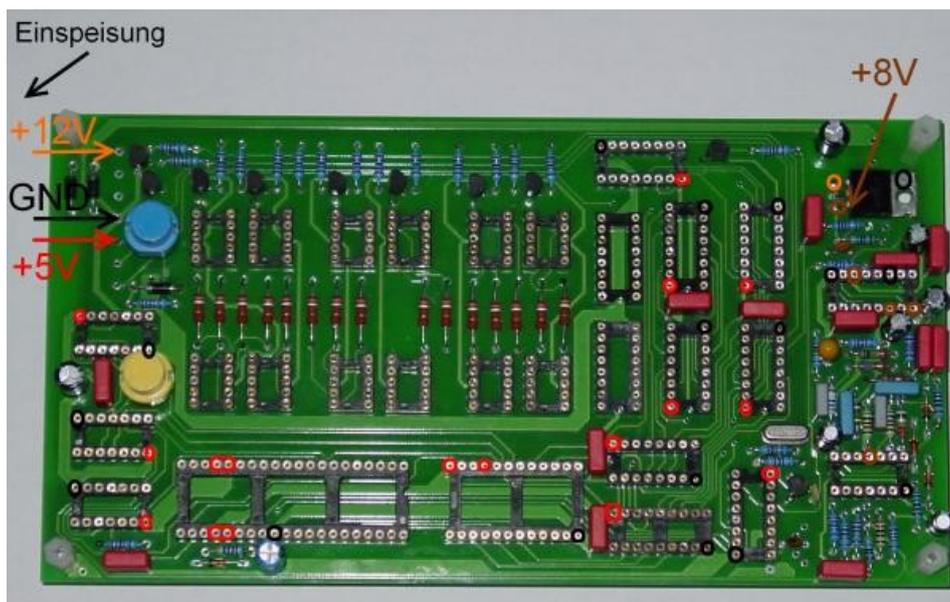
Messungen

Bevor die ICs und die Anzeigen eingesetzt werden, wird zunächst mit einem Multimeter überprüft, ob die Spannungen an den IC-Sockeln alle o.k. sind, z.B. zwischen Pin14 und Pin 7 des 74HCT11. Auch wird nachgemessen, ob der 8V Spannungsregler seinen Dienst tut.

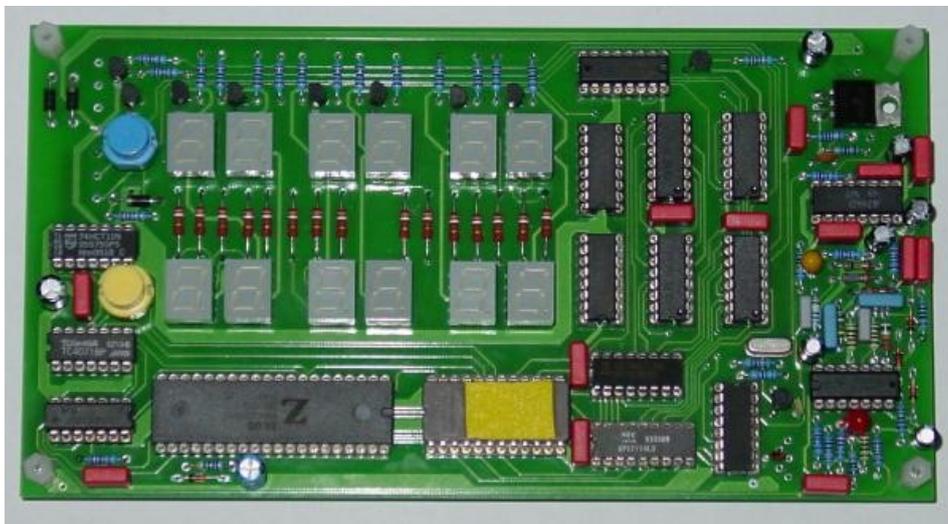
An den linken Lötäugen werden die +5V und +12V vom Netzteil eingespeist. An den farblich markierten Punkten werden dann mit einem Multimeter die Spannungen nachgemessen.

Schwarz: GND; Rot: +5V; Orange: +12V; Braun: +8V

Wenn die markierten Spannungen vorhanden sind, können im Anschluss daran die ICs und die Displays eingesteckt werden.

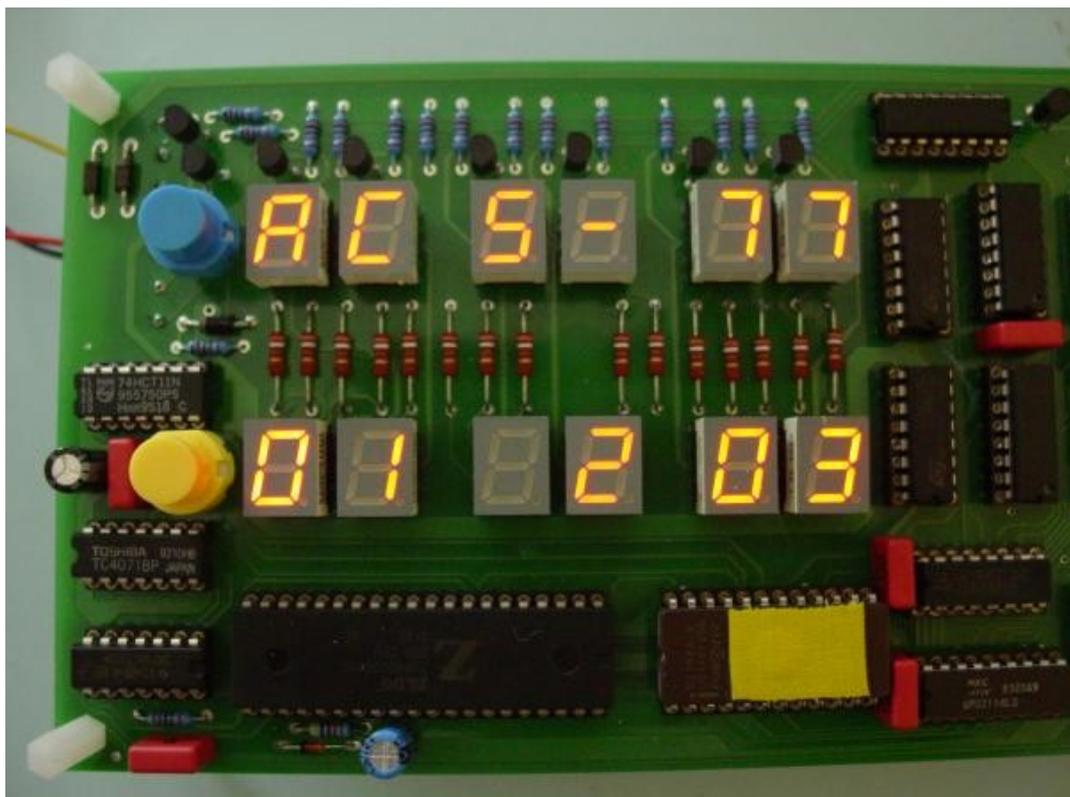
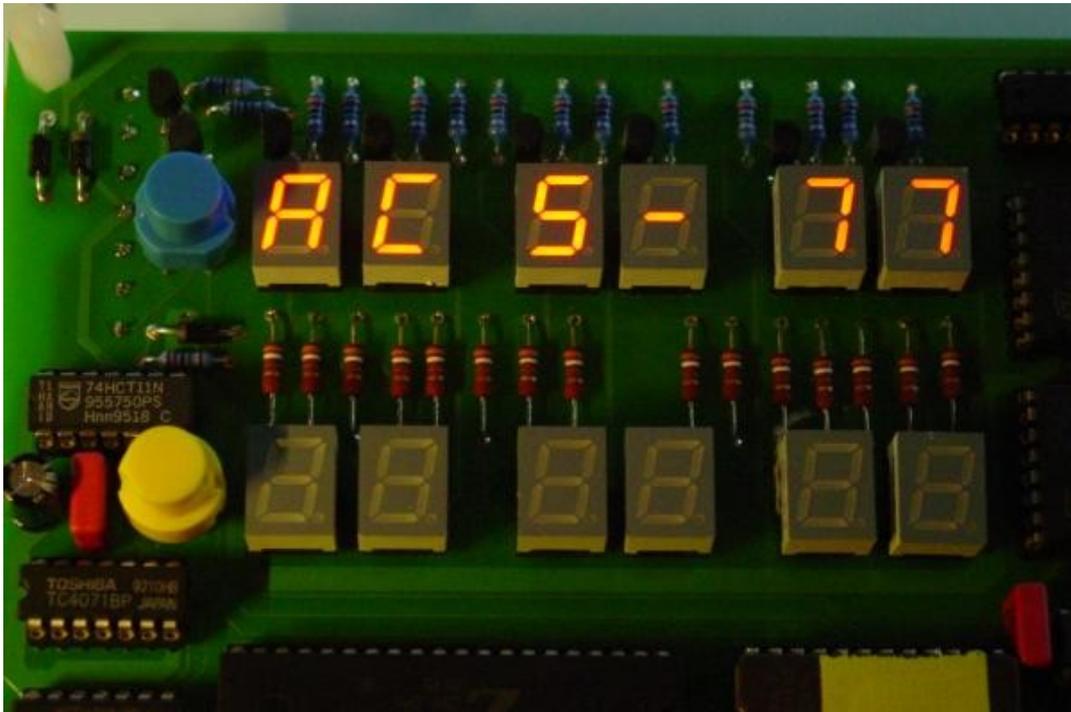


ACS-77 Clone komplett bestückt:



Erster Test

Im Anschluss kann zunächst ein Funktionstest durchgeführt werden. Nach Anlegen der +12V und +5V erscheint im Display oben „ACS-77“, was darauf hindeutet, dass das Programm im EPROM funktioniert. Hier das Resultat nach dem Einschalten:

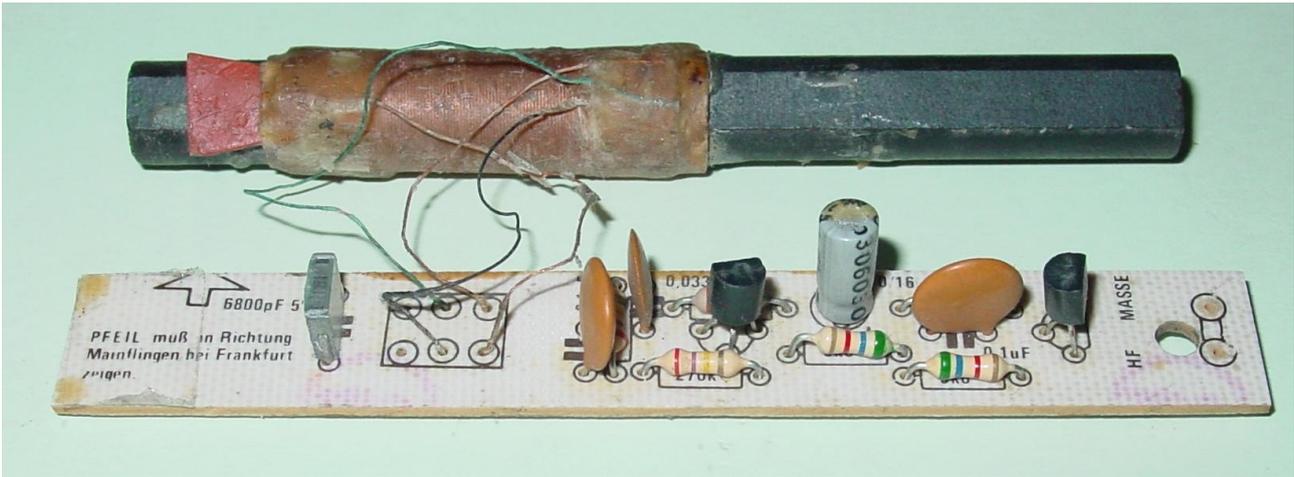


Nach dem Drücken der Mode bzw. Set Taste erscheinen auf der unteren Zeile einige Ziffern, wie auf dem Bild zu sehen ist. Damit ist auch die Programmierfunktion gegeben, auch alle Verbindungen zu den Anzeigen sind damit in Ordnung. Die Stromaufnahme beträgt in diesem Zustand ca. 185mA für den 5V Bereich und ca. 195mA im 12V Bereich.

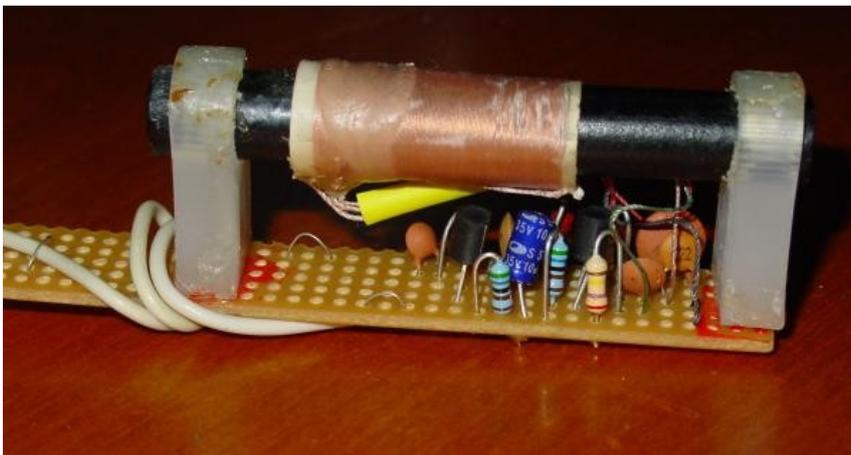
Der nächste Schritt besteht darin, eine zweite Leiterplatte (Lochraster) zu montieren, welche die beiden Spannungsregler und ggf. auch die Relais etc. beinhaltet. Durch Stift- und Buchsenleisten werden die beiden Leiterplatten verbunden und mittels Abstandbolzen befestigt. An der Linken Seite (von vorne betrachtet) wird eine 5,5mm Hohlbuchse angelötet, die Versorgung der Uhr erfolgt dann über ein 15V (DC) Steckernetzteil.

Self-made Antenne

Für die neue Uhrenleiterplatte musste auch eine neue Antenne her, dazu habe ich vom Original die Schaltung gezeichnet und danach aufgebaut. So sieht zunächst die Originalantenne aus:

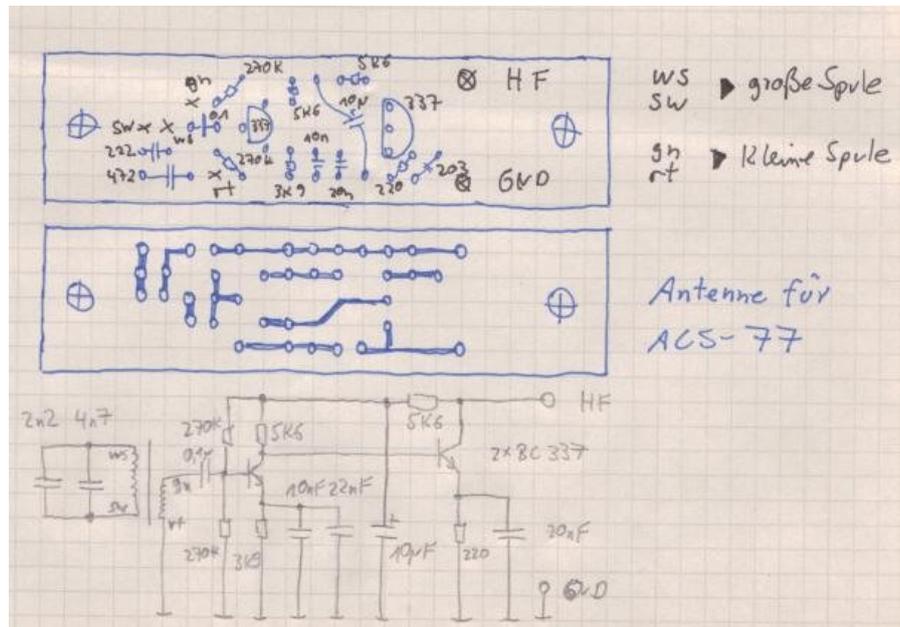


Die Self-made Antenne besteht aus dem Mittelwellenantennenstab (sollte möglichst lang sein) inkl. Spule eines alten Uhrenradios vom Flohmarkt (2 €). Man kann auch eine Rundstabantenne z.B. von HKW Elektronik Shop verwenden. Diese ist auf 77,5kHz bereits abgestimmt und besitzt daher nur zwei Anschlüsse, die in der unten abgebildeten Skizze an gn und rt angeschlossen werden müssen. Der 2,2nF / 4,7nF Kondensator entfällt dann. Die dazugehörigen Bauteile vom Originalschaltplan sind Standardteile und somit überall zu bekommen. Die geschirmte graue Leitung auf dem Bild wurde einem alten PC-Mikrofon entrissen. Die Antenne wird mit Kunststoffhaltern auf einer kleinen Platine befestigt:



Aufgebautes Antennenmodul

Rechts: Der Schaltplan und die Bestückungsansicht für das Antennenmodul.



Da einige Kondensatoren nicht zur Hand waren, wurden einige Werte durch eine Parallelschaltung realisiert. Bei der Antenne kommen somit ein 4n7 und 2n2 und bei der ersten Transistorstufe ein 10nF und 22nF zum Einsatz, alles aus dem Uhrenradio entnommen. Bei der zweiten Transistorstufe wird ebenfalls ein 20nF ($203 = 20 \cdot 10^3 \text{ pF}$) eingesetzt.

Bei der Spule muss darauf geachtet werden, dass man die große und kleine Wicklung richtig anschließt. Ob die Farbkombination weiß-schwarz für die große und grün-rot für die kleine Wicklung immer gegeben ist, kann leider nicht 100% gesagt werden.

Der Empfangstest

Der Empfang mit dieser Antenne ist wirklich gut. Nach kurzer Zeit wird die Uhrzeit und das Datum angezeigt. Das Projekt konnte am 01.02.2011 abgeschlossen werden:

