

Signalverfolger Messstift mit digitaler Anzeige
DC bis etwa 50 Volt
NF/HF 200Hz bis 100MHz
max. $20V_{ss}$ ($7V_{eff}$ oder 1 Watt an 50 Ohm)

(c) DL4JAL

21. April 2023



Zu sehen der *Signalverfolger* oder *Messstift mit digitaler Anzeige*.

Links sind 2x 4mm Buchsen für die Masseleitung und dem Bannanenstecker mit Nadel, zum Abtasten der Messstellen. Als Stromversorgung dient ein USB-Kabel, ähnlich dem Ladekabel für Smartphon's. Benötigt werden 5 Volt. Das USB-Kabel kann überall angesteckt werden.

Inhaltsverzeichnis

1	Vorwort	3
2	Hardware	4
2.1	Messstift-Platine	4
2.1.1	Das Schaltbild der Platine	5
2.1.2	Die ICs auf der Platine	6
2.1.2.1	U1 AD8307	6
2.1.2.2	U2 PIC18F14K22	6
2.1.2.3	U3 EA DOGS104W-A, EA LED36X28-A	6
2.1.2.4	U4 MCP1754S-3302xMB	7
2.1.2.5	D1, D2, D3, D4	7
2.1.2.6	D5, D6	7
2.2	Schaltungsbeschreibung	7
2.2.1	Messung der Gleichspannung	7
2.2.2	Messung der Wechselspannung, NF und HF	8
3	Software	10
3.1	Normaler Betrieb	10
3.1.1	Anzeigevarianten der Messwerte	11
3.2	SETUP	12
3.2.1	Abbruch	12
3.2.2	Display Anzeige um 180 Grad drehen	12
3.2.3	Display Kontrast einstellen	13
3.2.4	DC-Kalibrierung	13
3.2.5	dBm-Kalibrierung	13
4	Erfahrungen mit dem Messstift	14
5	Schlusswort	16
5.1	PDF-Anhänge	16

Kapitel 1

Vorwort

Bei Reparaturarbeiten ist mir die Idee gekommen. Man müsste einen Messtift haben, der gleichzeitig die Gleichspannung und NF bzw. HF Spannung anzeigt. Aus der Idee wurde Wirklichkeit. Der kleine Messtift macht genau das, was ich mir vorgestellt habe.

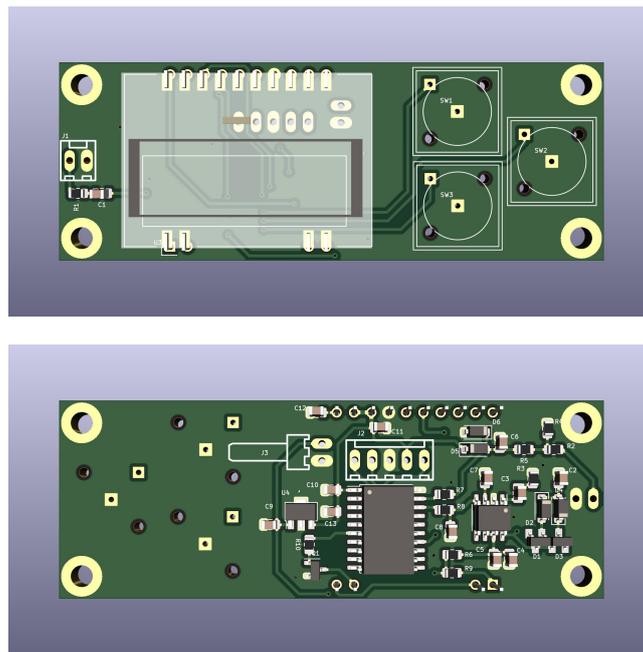
Dieses Projekt darf nicht kommerziell vermarktet oder genutzt werden. Alle Rechte liegen bei DL4JAL (Andreas Lindenau).

Kapitel 2

Hardware

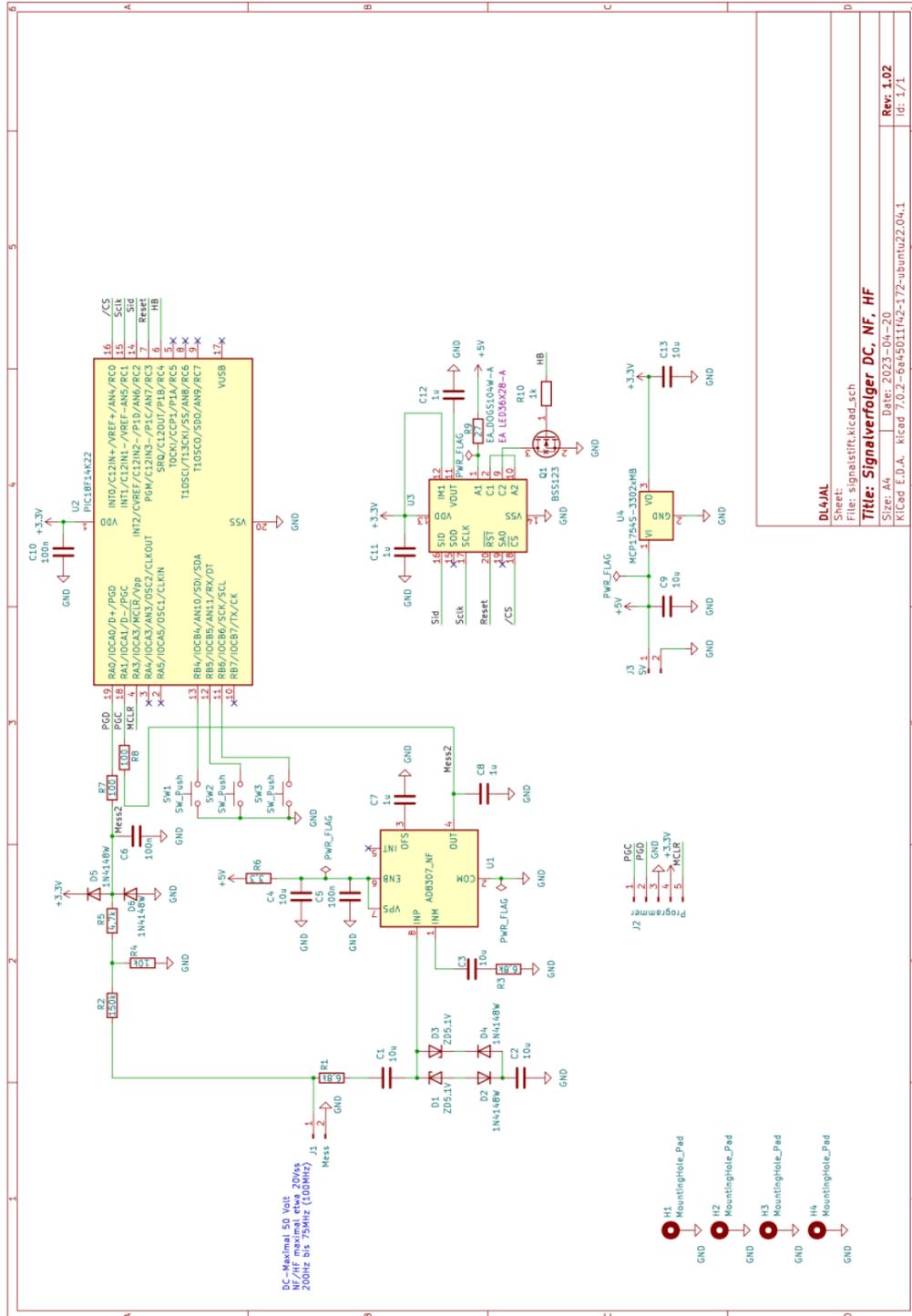
Ich habe eine kleine Leiterplatte entwickelt mit einem Mikrocontroller PIC18F14K22-SMD und einer kleinen LCD-Anzeige für die Messwerte.

2.1 Messstift-Platine



Beide Ansichten der Platine habe ich mit der 3D-Darstellung von Kicad 7 erzeugt. Die Platine hat eine Größe von 8cm x 3cm.

2.1.1 Das Schaltbild der Platine



Hier das Schaltbild. Die Messung der Gleichspannung bis etwa 50 Volt wird mit

dem A/D Wandler-Eingang an PIN19 des PIC18F14K22 gemacht.

Für die Messung der Wechselspannung nutze ich einen AD8307. Den habe ich so beschaltet, dass bis etwa 20 Volt(Spitze/Spitze) gemessen werden kann. Das sind 7 Volt Sinus (entspricht etwa 1 Watt Sendeleistung an 50Ohm). Im Datenblatt war ein Beschaltung für NF Anwendungen zu sehen. Mit einer kleinen Modifikation misst der AD8307 nicht nur NF sondern auch HF bis etwa 75 MHz. Über 75 MHz beginnt der starke Abfall der Messgenauigkeit. Bei 100 MHz werden etwa 10dB weniger angezeigt.

Für die Anzeige der Messwerte habe ich ein kleines LCD-Display vorgesehen, welches per Software in der Anzeige um 180 Grad gedreht werden kann, mit nur einem Tastendruck.

Bedient wird der kleine Signalverfolger-Messstift mit 3 Tasten.

2.1.2 Die ICs auf der Platine

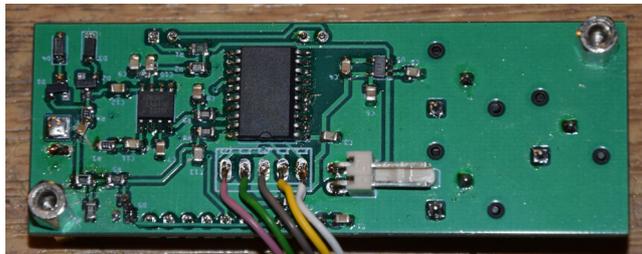
Hier eine kurze Übersicht der Bauelement der Platine.

2.1.2.1 U1 AD8307

Für die Erfassung des NF-Pegels oder HF-Pegel wird der AD8307 verwendet. Mit einer speziellen Außenbeschaltung können Pegel im NF Bereich ab etwa 100Hz bis in den HF Bereich 75MHz gemessen werden. Höhere Frequenzen können auch noch gemessen werden, mit größeren Pegelabfall.

2.1.2.2 U2 PIC18F14K22

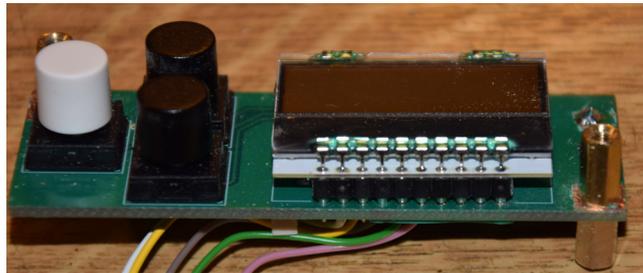
Der zentrale Mikrocontroller ist wieder ein PIC18F14K22, eine SMD Variante mit 20 Pins. Verwendet werden 2 A/D-Wandlereingänge mit einer Wandlerbreite von 10 Bit.



Die erste Musterplatine. Zusehen ist die Unterseite mit den SMD-Bauelementen.

2.1.2.3 U3 EA DOGS104W-A, EA LED36X28-A

Für die Anzeige verwende ich ein LCD-Display „EA DOGS104W-A“ mit der Hintergrundbeleuchtung „EA LED36X28-A“, Farbe *Amper*. Das Display hat 4 Zeilen. Ich verwende nur 3 Zeilen, wobei die erste Zeile in doppelter Größe dargestellt wird. **Wichtig ist das Verlöten des Displays mit der Hintergrundbeleuchtung. Die mechanische Stabilität wird erhöht.** Was mir sehr gefallen hat, das Display kann per Software die Anzeige um 180 drehen.



Im Bild zu sehen Display und Hintergrundbeleuchtung sind verlötet. Ich habe das Display auf Präzisionsfassungselemente aufgesteckt.

2.1.2.4 U4 MCP1754S-3302xMB

Das Display und der PIC benötigen 3,3V Betriebsspannung. Der Spannungsregler *MCP1754S-3302xMB* stellt die 3,3V bereit.

2.1.2.5 D1, D2, D3, D4

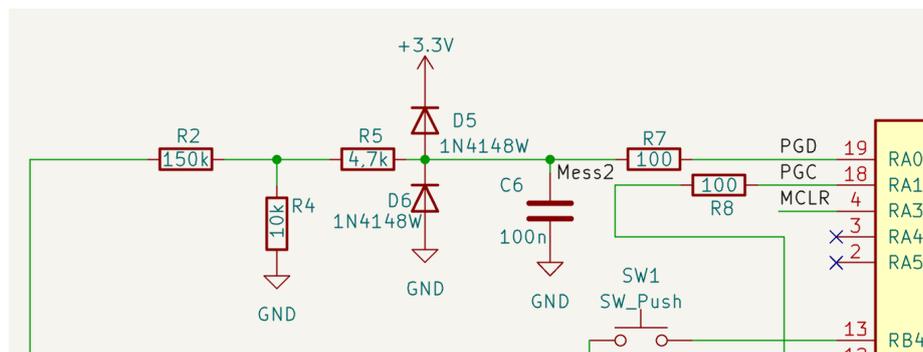
Die vier Dioden begrenzen die Wechsellspannung am Messeingang des AD8307. Ich habe noch nicht getestet ob dieser Schutz ausreichend ist.

2.1.2.6 D5, D6

Die Begrenzung der Gleichspannung am Messeingang bewirkt D5. D6 wirkt bei Verpolung der Eingangsspannung und schützt den A/D-Wandler im PIC18F14K22.

2.2 Schaltungsbeschreibung

2.2.1 Messung der Gleichspannung



Am Messeingang der Gleichspannung kommt als erstes ein Spannungsteiler mit den Widerständen R2, 150k und R4, 10k. Der Spannungsteiler teilt die Messspannung durch 15. Am Eingang des A/D-Wandlers darf die Spannung nicht höher als 3,3V sein. Die Kombination R5, D5 und D6 schützt den A/D-Wandler vor Überspannung und Verpolung. C6, 100nF glättet etwas eventuelle Wechsellspannungsanteile.

R7, 100 und R8, 100 sind nur Trennwiderstände, wenn ich den PIC18F14K22 per ICSP Schnittstelle programmieren möchte. C6, 100nF würde die Rechteckimpulse so stark verformen, dass kein Programmieren möglich ist. RA0 und RA1 sind die Programmierungs-PINs PGD und PGC.



Am Messeingang liegt eine Gleichspannung von 32 Volt an.

Durch den Spannungsteiler von 15 können wir zurück rechnen, welcher Spannungsbereich ausgewertet werden kann.

$$\text{max.}U = 3,3V * 15 = 49,5V$$

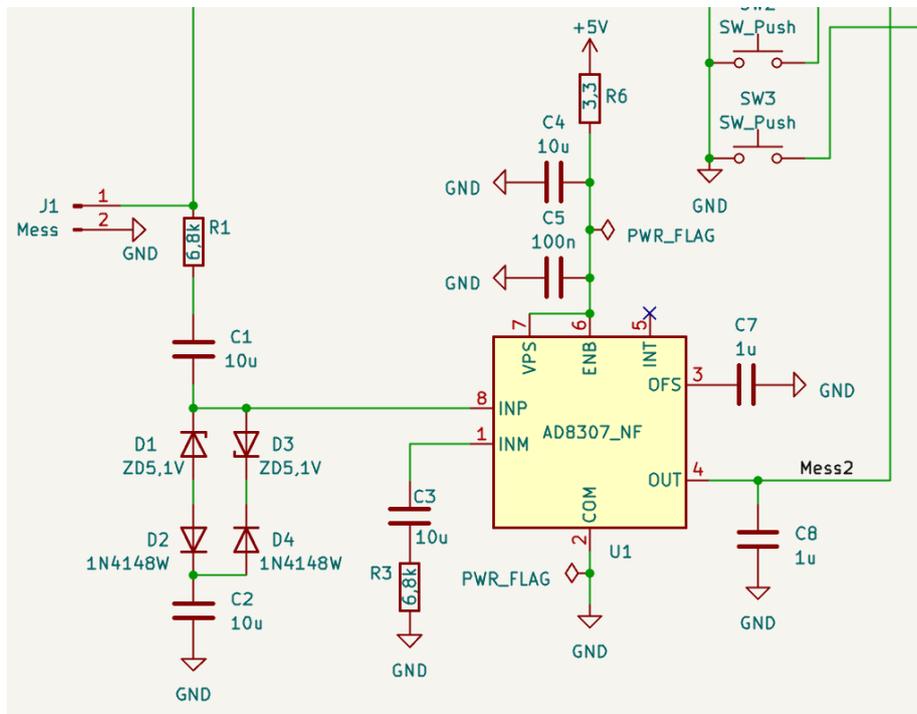
Die Auflösung der Messung hängt von der Wandlerbreite des A/D-Wandler ab. In unserem Fall beträgt die Wandlerbreite 10 Bit. Sind alle Bits auf HIGH gesetzt, ist der größte Wandlerwert 1023.

$$\text{Auflösung} = 49,5V/1023 = 0,0484V$$

Das ist für unser Anzeige ausreichend. Die Auflösung erhöht sich noch etwas da eine Messung in der Messfunktion aus 8 Einzelmessung besteht die addiert werden.

2.2.2 Messung der Wechselspannung, NF und HF

Für die Erfassung der Wechselspannungen bietet sich der AD8307 an. Der AD8307 kann einen sehr großen Pegelbereich und Frequenzbereich auswerten. Mit einer speziellen Beschaltung ist sowohl NF und HF messbar.



Durch die Kombination R1 6,8k, C1 10uF und R3 6,8k, C3 10uF wird der Eingang hochohmig. Der AD8307 hat einen Eingangswiderstand von etwa 1,1k. Frequenzen bis 100Hz herunter können gemessen werden D1, D2, D3, D4 sollen vor Überspannung schützen. Wechselfspannungen bis 20V_{ss} können erfasst werden und das bei einem Frequenzbereich von 100Hz bis 75MHz. Über 75MHz fällt der Messpegel ab. Bei 100MHz beträgt der Abfall schon 10dB. Die Messdynamik ist auch beachtlich. Es können Pegel von etwa -30dBm (7 mV_{eff}) bis +30dBm (7V_{eff}) ausgewertet werden.



An einem Lastwiderstand liegt die Sendeleistung von 584mW an (3,5 MHz).
Das entspricht 5,4 V_{eff}.

Kapitel 3

Software

Die Firmware für den PIC18F14K22 wurde wieder in Assembler geschrieben. Ich werde wohl auch bei dieser Hardware nahen Sprache bleiben. Ich habe inzwischen so viel SW-Module in Assembler, dass keine Wünsche offen bleiben. Mit meiner selbst geschriebenen Gleitpunktbibliothek kann ich alle mathematischen Aufgaben erledigen.

3.1 Normaler Betrieb

Für die Bedienung habe 3 Tasten vorgesehen. Die Tasten gleich neben dem Display sind die Tasten 1 und 3.



Die Tastennummerierung ist von oben nach unten. Ich habe mal die Tasten nummeriert.

Mit der Taste 2 wird die Anzeige im Display um 180 Grad gedreht dargestellt. Dabei werden auch die beiden schwarzen Tasten in der Nummerierung getauscht. So dass die Reihenfolge wieder stimmt.



Das Display ist um 180 Grad in seiner Darstellung gedreht. Dabei ändert sich auch die Nummerierung der Tasten, so dass man bei der Bedienung des Messstiftes nicht durcheinander kommt.

Taste 1 Display nächste Anzeigevariante

Taste 2 Display Anzeige um 180 Grad drehen. Aber nur temporär bis Power OFF.

Taste 3 Display vorherige Anzeigevariante

Taste 2, lange drücken Zugang zum **SETUP**.

3.1.1 Anzeigevarianten der Messwerte

Je nach Verwendung bei der Fehlersuche an Baugruppen kann die Anzeigevariante eingestellt werden. Wurde die Anzeigevariante verstellt, startet ein Timer der nach 10 Sekunden diese neue Variante im Eeprom des PIC speichert.

Für die Darstellung von Variante 1 bis 4 habe ich einen HF-Generator angeschlossen, Frequenz 10,0 MHz und Pegel 0,0 dBm.

Variante 1 ADC1 (DC), ADC2 (NF/HF)



Es werden nur die A/D-Wandler angezeigt. 8 Einzelmessungen die addiert werden. Wandlerbreite beträgt 10 Bit.

Variante 2 DC(Volt), HF dBm, Volt



Variante 3 DC(Volt), HF dBm, Watt



Variante 4 DC(Volt), HF Volt, Watt



Variante 5 DC(Volt), NF dBV, Volt. Am Messstift habe ich einen NF-Generator angeschlossen, Frequenz 1000Hz, Pegel 1 V_{eff} .



3.2 SETUP

Mit der *Taste 2*, *lange gedrückt*, meldet sich das SETUP. Mit *Taste 1* und *Taste 2* kann im Funktionsmenü geblättert werden. Mit der *Taste 2* rufen wir die Funktion auf. Ein *langer Tastendruck* beendet das Funktionsmenü.

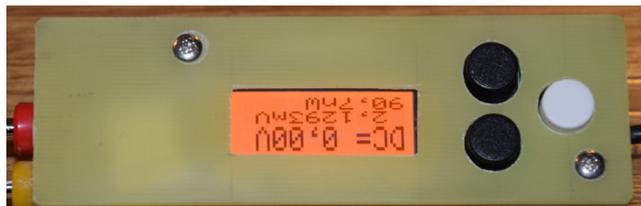


3.2.1 Abbruch

Dieser Punkt bedarf keiner weiteren Erklärung.

3.2.2 Display Anzeige um 180 Grad drehen

Im SETUP kann die Betrachtungsweise des Displays festgelegt werden. Ein Linkshänder wird die vorgegebene Einstellung ändern. Diese Einstellung wird im Eeprom fest gespeichert. Nach Power ON wird immer mit dieser Einstellung begonnen.



3.2.3 Display Kontrast einstellen

Der Kontrast des Displays wird hier eingestellt. Es entfällt der sonstige Einstellwiderstand.



3.2.4 DC-Kalibrierung

Am Messeingang legen wir eine Gleichspannung an, deren Größe wir genau wissen. Mit den *Tasten 1 und 3* ändern wird den Faktor für die Berechnung und können so die Anzeige genau auf den gewünschten Spannungswert bringen. Mit der *Taste 2* wird der neue Faktor gespeichert.



Der Faktor wird so lange verstellt bis die angelegte DC-Spannung mit der Anzeige im Display überein stimmt.

3.2.5 dBm-Kalibrierung

Am Messeingang legen wir eine genau bekannte NF/HF Spannung an. Auch hier wird in 0,1dB Schritten die Displayanzeige angepasst. *Taste 2* speichert die neue Einstellung.



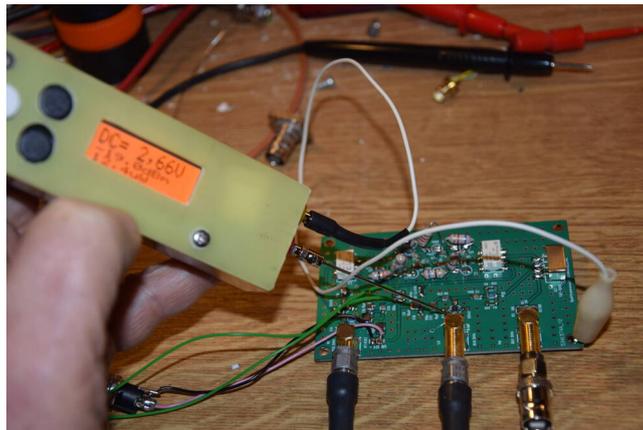
Ich habe am einem Abschlusswiderstand 50 Ohm 0,0dBm mit dem Pegelnormale angelegt. Parallel ist der Messstift angeschlossen. Die Frequenz des Pegelnormale beträgt 10,000000 MHz. Mit dem Faktor wird die Anzeige genau auf 0,0dBm getrimmt.

Die Pegelanzeige ist nicht Frequenzlinear. Unterhalb von 10MHz wird der Messstift einen etwas höheren Pegel anzeigen und oberhalb von 10MHz einen etwas niedrigeren Pegel. Ab 75 MHz fällt der Pegel stärker ab. Bei 100 MHz werden 10dB zu wenig angezeigt. Das sollte man wissen.

Kapitel 4

Erfahrungen mit dem Messstift

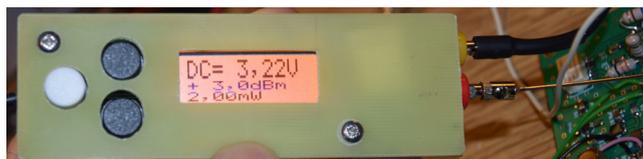
Der Messstift leistet gute Dienste. Ich habe zum Beispiel in einer Baugruppe die Verstärkung eines MMIC ERA3 überprüft, nur mit Abtasten „Eingang“ und „Ausgang“. Einfacher geht es kaum. Die Displayanzeige habe ich temporär gedreht, da ich von links messen muss.



Die Leiterplatte mit dem ERA3.



Am Eingang beträgt die Gleichspannung 2,66V und der Pegel -19dBm.



Am Ausgang des ERA3 beträgt die Gleichspannung 3,22V (laut Datenblatt sollen es 3,5V sein). Der HF-Pegel ist interessanter. Er beträgt +3dBm.

Die Gesamtverstärkung beträgt $+3dBm - -19dBm = 22dB$. Im Datenblatt vergleichen wir, unterhalb 100MHz soll die Verstärkung 22,2dB betragen. Die Verstärkung stimmt in etwa und die Gleichspannung am Ausgang auch in etwa. Der ERA3 ist OK.

Kapitel 5

Schlusswort

Dieses Projekt darf nicht kommerziell vermarktet oder genutzt werden. Alle Rechte liegen bei DL4JAL (Andreas Lindenau).

Ich wünsche viel Spaß beim Basteln.

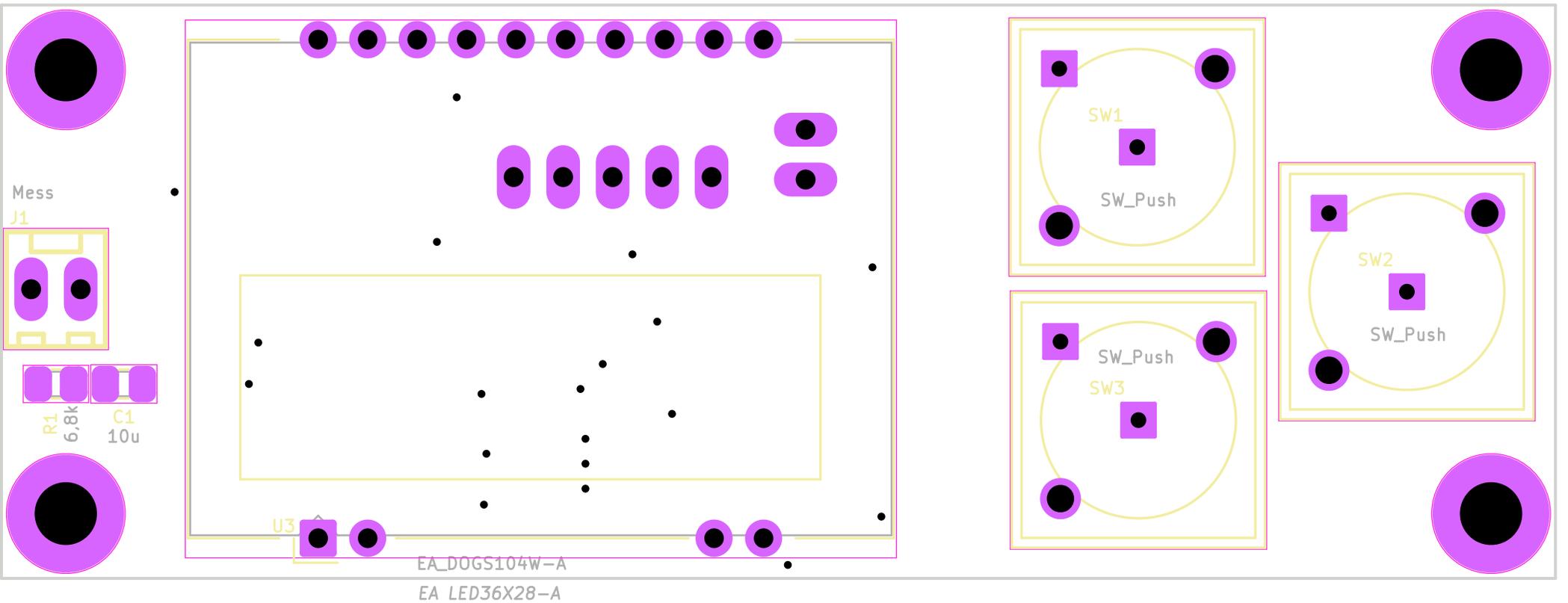
vy 73 Andreas DL4JAL

✉ DL4JAL@t-online.de

5.1 PDF-Anhänge

Anschließend zu diesem Dokument habe ich noch zusätzliche PDFs angehängt.

- schaltbild.pdf
- leiterplatte_top.pdf
- leiterplatte_bottom.pdf
- Signalverfolger_DC_NF_HF.pdf



References	Value	Footprint	Quantity
C1, C2, C3, C4, C9, C13	10u	C_0805_2012Metric	6
C7, C8, C11, C12	1u	C_0805_2012Metric	4
C5, C6, C10	100n	C_0805_2012Metric	3
R1, R3	6,8k	R_0805_2012Metric	2
R7, R8	100	R_0805_2012Metric	2
R2	150k	R_0805_2012Metric	1
R4	10k	R_0805_2012Metric	1
R5	4,7k	R_0805_2012Metric	1
R6	3,3	R_0805_2012Metric	1
R9	27	R_0805_2012Metric	1
R10	1k	R_0805_2012Metric	1
D2, D4, D5, D6	1N4148W	D_SOD-123	4
D1, D3	ZD5,1V	SOT23_Z	2
U1	AD8307_NF	SOIC-8_3.9x4.9mm_P1.27mm	1
U2	PIC18F14K22	SOIC-20W_7.5x12.8mm_P1.27mm	1
U3	EA_DOGS104W-A	EA_DOGS104X-A	1
	EA LED36X28-A	Hintergrundbeleuchtung	1
	Fassung Display	W+P 256-010-1	2
U4	MCP1754S-3302xMB	SOT-89-3	1
SW1, SW2, SW3	SW_Push	Taste-MTG	3
H1, H2, H3, H4	MountingHole_Pad	MountingHole_3.2mm_M3_DIN965_Pad	4
Q1	BSS123	SOT-23	1
J1	Mess	PSS-254-2G (nicht bestücken)	1
J2	Programmer	PSS-254-5G (nicht bestücken)	1
J3	SV	PSS-254-2W	1
blau	1x Messbuchse	BB 4 BL	1
rot	1x Messbuchse	BB 4 RT	1
	USB-Ladekabel		1