

Unfolded Circle Remote 2 (UCR2), IR-Booster

1 Versionsgeschichte

Datum	Version	Änderung	Seite
24.01.2024	1.0	Ursprungsversion	1
25.01.2024	1.1	Schaltung/Anschlussschema eingefügt, Kommentare	4, 5
29.01.2024	1.2	Harmony IR-Blaster hinzugefügt	6
02.02.2024	1.3	Power-IR-LED hinzugefügt	7

2 Inhaltsverzeichnis

1	Versionsgeschichte	1
2	Inhaltsverzeichnis.....	1
3	UCR2, Demontage Dock	2
4	UCR2, Messungen am Original	3
4.1	Bewertung, subjektiv	3
5	Bau eines externen IR-Boosters	3
5.1	Berechnung.....	3
5.2	Realisierung	4
5.3	Messung.....	4
5.4	Funktion	5
6	Verbesserungspotenzial	5
7	Fazit	5
8	Harmony-IR-Blaster	6
9	Anwendung einer Power-IR-LED.....	7
9.1	Auswahl einer geeigneten LED.....	7
9.2	Messungen mit Power-IR-LED	7
9.3	Realisierung	8
10	Literatur	8

3 UCR2, Demontage Dock

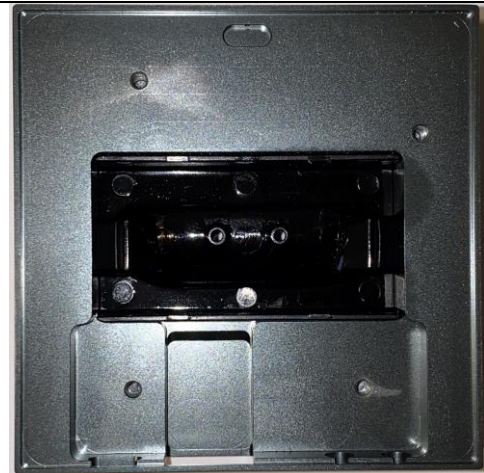


Bild 3.1: UCR2, AI-Gehäuse



Bild 3.2: UCR2, Unterseite, Deckel

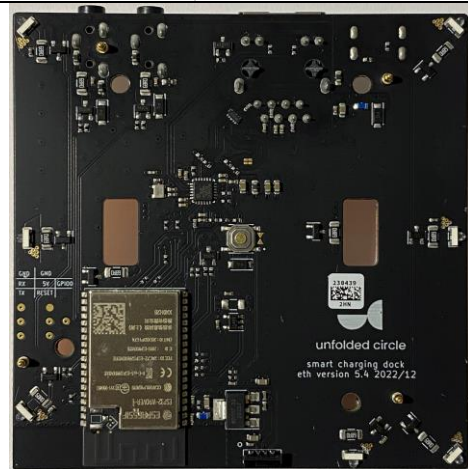


Bild 3.3: UCR2, Leiterplatte top

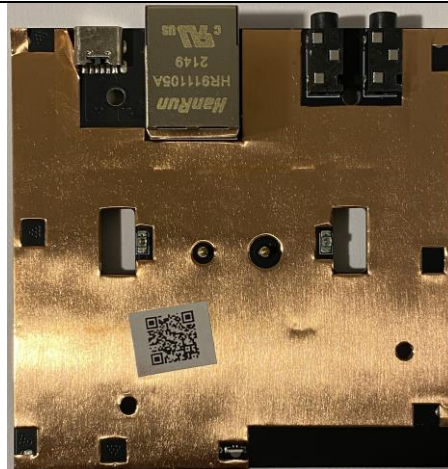
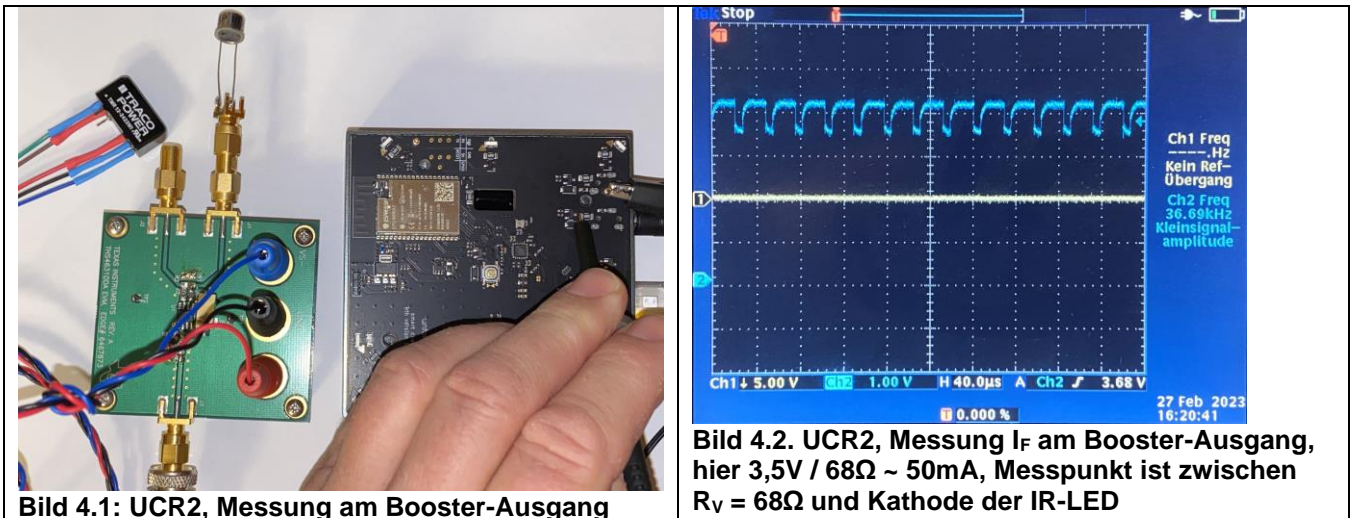


Bild 3.4: UCR2, Leiterplatte bottom

4 UCR2, Messungen am Original



4.1 Bewertung, subjektiv

Der Aufbau ist sehr professionell, aber die Anordnung der 7 (von insgesamt 9 Stück!) IR-LED unter der LP ungünstig (Abstrahlwinkel durch Al-Gehäuse nach oben eingeschränkt). Falls hier tatsächlich SFH4045N (?) eingebaut sind, dann ist der Gesamtabstrahlwinkel ohnehin nur 18° , zu eng und zu gerichtet für deren 45° -Anordnung.
 $I_e = 40 \text{ mW} @ 70 \text{ mA}$, mithin nur $28 \text{ mW} @ 50 \text{ mA}$

5 Bau eines externen IR-Boosters

5.1 Berechnung

IR-Tx: SFH4346 ohne Montage auf Leiterplatte
 gemessen: V_F vs I_F
 Geräte: DMM Keithley 2100, SMU Keithley 2410

I_F [mA]	V_F [V]
1	1,11
10	1,23
20	1,29
50	1,41
100	1,58
200	1,86

→ gute Übereinstimmung mit typ. Datenblattangaben

Wärmewiderstand Sperrschicht – Umgebung:

$R_{thJA} = 350 \text{ K/W}$ bei Montage auf FR4 Platine, Padgröße je 16 mm^2

Annahme: $I_F = 100 \text{ mA}$ → $V_F = 1,58 \text{ V}$ → $P_V = 158 \text{ mW}$

duty cycle = 50% → $P_V = 79 \text{ mW}$ → $\Delta T = 28 \text{ K}$

nach Diagramm OHF05655 zulässig bis $T_A = 35^\circ \text{ C}$ → $T_C \sim 63^\circ \text{ C}$

Der Tempco der V_F ist negativ ($TC_V = -0,8 \text{ mV/K}$)

→ thermal runaway ist zu berücksichtigen.

Für $T_C = 63^\circ \text{ C}$ $\Delta V_F (@ 100 \text{ mA}) \sim -31 \text{ mV}$ → $3 \cdot V_F = 4,65 \text{ V}$

Für diesen gewünschten Spannungsabfall von $V_{CC} - 3 \cdot V_F = 0,35 \text{ V}$ ist bei $I_F = 100 \text{ mA}$ ein Vorwiderstand von $3,5 \text{ Ohm}$ nötig.

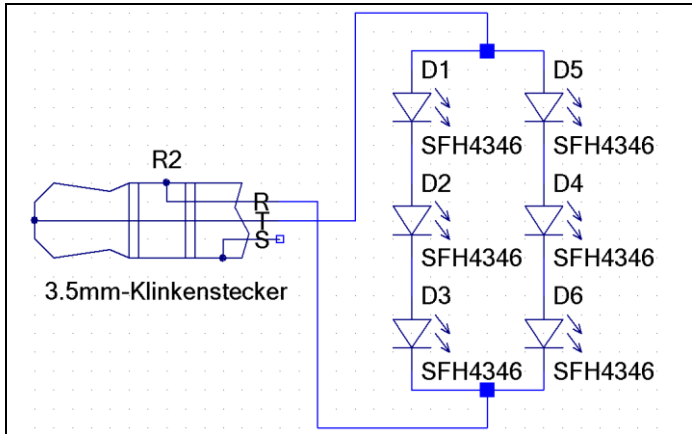
bei $f = 36 \text{ kHz}$ ist $t_p \sim 14 \mu\text{s}$

nach Diagramm OHF05656 $I_{Fmax} \sim 180 \text{ mA}$ (als Pulsstrom),

- zusätzlich mit begrenzter Burstlänge

→ eigensicherer Betrieb gewährleistet.

5.2 Realisierung



2 Stränge parallel mit je 3* SFH4346 in Reihe
 - die V_F stimmen bei den Exemplaren in Stichproben gut überein.
 - 3,16 Ω (unkritisch) in Reihe, parallel zu vorhandenem $R=68\ \Omega$
 Mosfet (5N04?) hat $R_{DSon} \sim 50m\Omega$
 - damit ist Betriebsstrom pro Pfad begrenzt auf $I_F < 100mA$
 Interne IR-LEDs nutzen anscheinend BSS138(?) als Treiber.
Bild 5.1: Schaltung des realisierten IR-Boosters

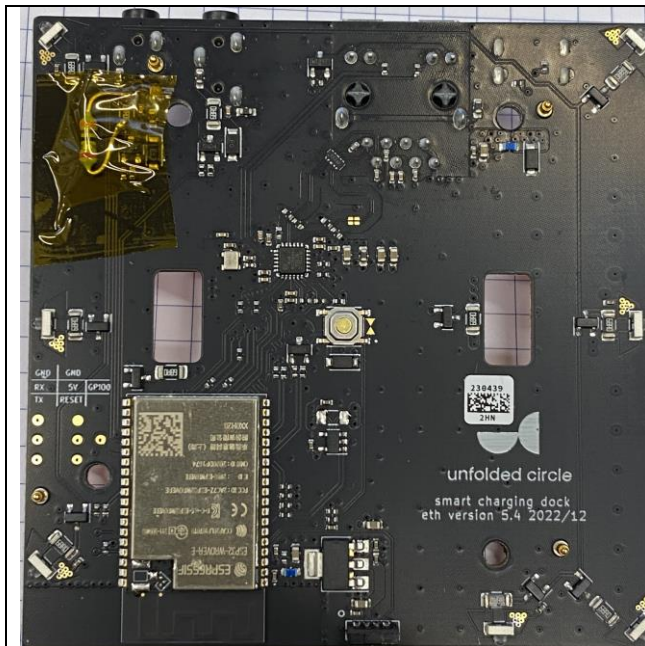


Bild 5.2: UCR2, Dock-Leiterplatte, Boostertreiber modifiziert mit $R=3,16\Omega$ ($\parallel 68\Omega$)

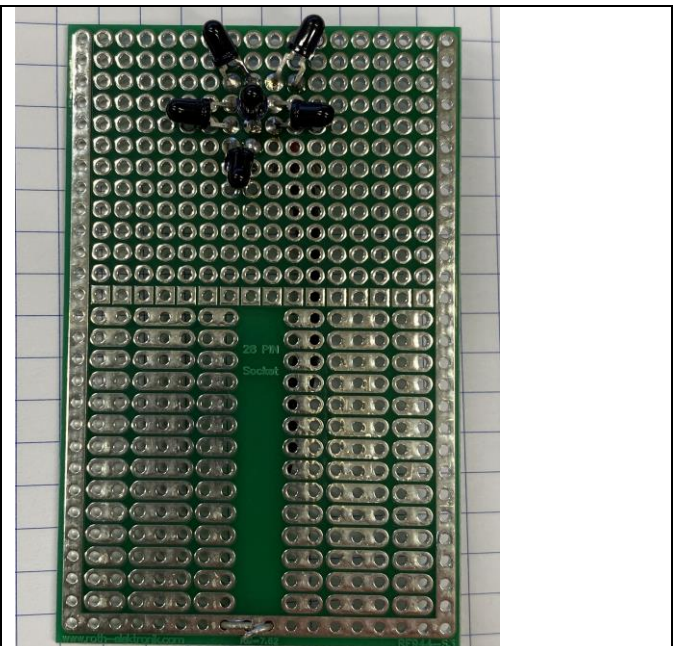


Bild 5.3: UCR2, externer IR-Booster mit 6* SFH4346

5.3 Messung

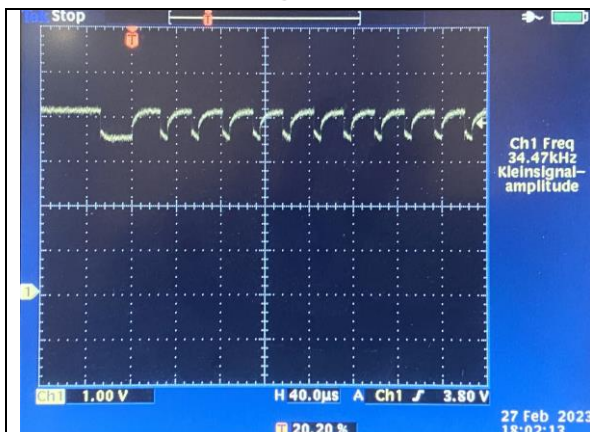


Bild 5.4: UCR2, Messung I_F , Boostertreiber original

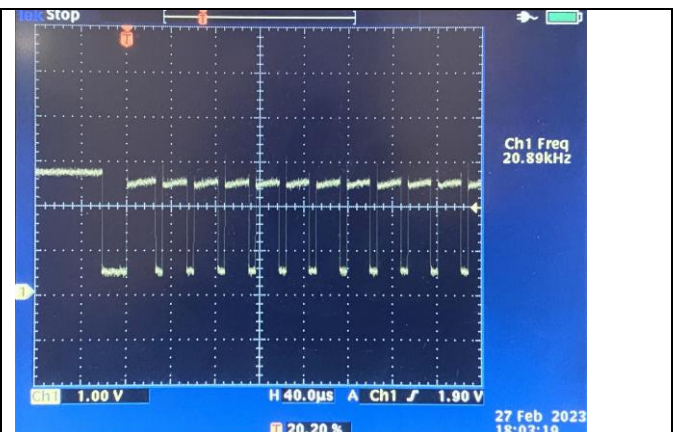


Bild 5.5: UCR2, Messung I_F , Boostertreiber modifiziert an 6* SFH4346

Spannungsabfall an Mosfet + Vorwiderstand + Kabelwiderstand $\sim 0,5V$
 \rightarrow verbleibende Flussspannung pro Diode $\sim 1,5V$ (sofern $V_{CC}=5V$ stabil ist)
 Betriebsstrom pro Diode bleibt sicher $< 100mA$. Gesamtstrom durch Mosfet $< 200mA$.

5.4 Funktion

- erwartungsgemäß problemlos, zuverlässige IR-Steuerung **aller** Empfänger im Raum
- wesentlich erhöhte Reichweite
- Booster liegt offen auf Audio-Rack,
- Projektor an Decke - Blickrichtung horizontal
- Audioprozessor und Verstärker im Rack hinter Rauchglas, keine direkte Sichtverbindung

6 Verbesserungspotenzial

Einsatz nur einer, aber leistungsfähigeren IR-LED, z.B. auf der Dock-Oberseite:

- Osram SFH4726AS → kann dank großem φ den gesamten oberen Halbraum ausleuchten
- bzw. NewEnergy/Osram StarBoard LST1-01F09-IR03-00

→ Abstrahlwinkel 150° , $\lambda=940\text{nm}$, $V_F=2,75\text{V}$ @ 1A ,
 $P_{\text{opt}} = 970\text{mW}$ @ 1A , $\triangleq 97\text{mW}$ @ $0,1\text{A}$
 $>= 224 \text{ mW/sr}$ @ 1A $\triangleq 22\text{mW/sr}$ @ $0,1\text{A}$

SFH3436 hat im niedrigsten Binning: $\text{typ. } 255 \text{ mW/sr @ } 1\text{A}$, also ähnlich.
 Jedoch ist der Gesamt-Strahlungsfluss $I_e(@1\text{A}) = 4 * I_e(@0,1\text{A})$,
 → deshalb $I_e(\text{typ. @}0,1\text{A}) \sim 64\text{mW/sr}$
 allerdings pro IR-LED begrenzt auf Gesamtabstrahlwinkel $\varphi \sim 40^\circ$

7 Fazit

In der Nutzer-Gemeinschaft dieser Fernbedienung ist neben diverser Lob auch häufige Kritik an den IR-Fähigkeiten der UCR2 zu lesen. Ziel war hier die Erhöhung der IR-Strahlungsleistung mit möglichst geringem Aufwand und minimalem Eingriff in den originalen Aufbau.

Die im UCR2-Dock original eingesetzten LEDs vom Typ SFH4045N (zumindest ist die Bauform identisch) strahlen bei einem Betriebsstrom von 50mA nur je $\sim 28\text{mW}$ optisch, in Summe $9 * 28\text{mW} = 252\text{mW}$ in den Raum.

Der Gesamtabstrahlwinkel jedes Emitters ist nur 18° , die Emitter sitzen in 45° -Anordnung. Oberhalb 20° Abweichung von der Achse ist die Strahlstärke nahezu Null. So entstehen erhebliche Lücken in der Ausleuchtung.

Dabei ist die elektrische Leistungsaufnahme $\sim 2,5\text{VA}$.

Die 6 IR-LEDs des vorgestellten externen Boosters strahlen mit je $6 * 80\text{mW} = 480\text{mW}$ optisch in den Raum.

Der Gesamtabstrahlwinkel jedes Emitters SFH4346 ist $\sim 40^\circ$, die Emitter sitzen in $\sim 72^\circ$ -Anordnung. Auch bei 35° Abweichung von der Achse ist noch ca. ein Fünftel der Strahlstärke verfügbar. Die entstehenden Lücken in der Ausleuchtung sind merklich kleiner.

Die elektrische Leistungsaufnahme ist dank der Reihenschaltung nur $\sim 1\text{VA}$.

Die Reichweite ist mit dem externen IR-Booster sehr deutlich erhöht.

Raumreflexionen sind ausreichend kräftig, um auch Empfänger ohne direkte Sichtverbindung zuverlässig zu bedienen.

Eine alternativ einzusetzende SFH4726AS A01 wäre mit $I_F \sim 0,4\text{A}$ ($U_F \sim 2,5\text{V} \rightarrow P_V \sim 2\text{VA}$) zu betreiben, um eine ähnliche Gesamtstrahlungsleistung von 500mW zu erzielen, bei zusätzlich wesentlich gleichförmigerer Ausleuchtung.

8 Harmony-IR-Blaster

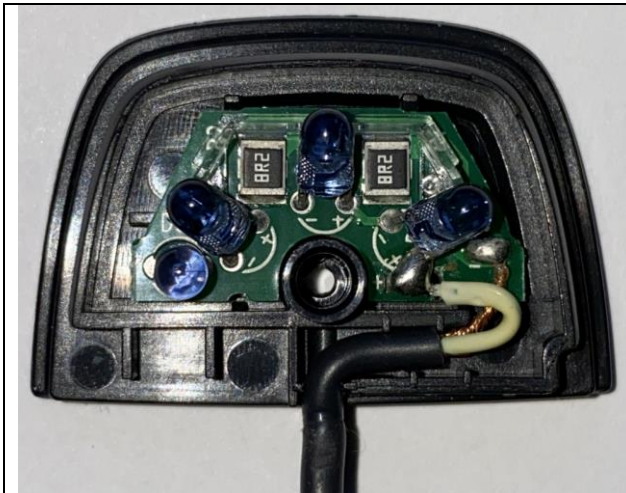


Bild 8.1: Harmony IR-Blaster top

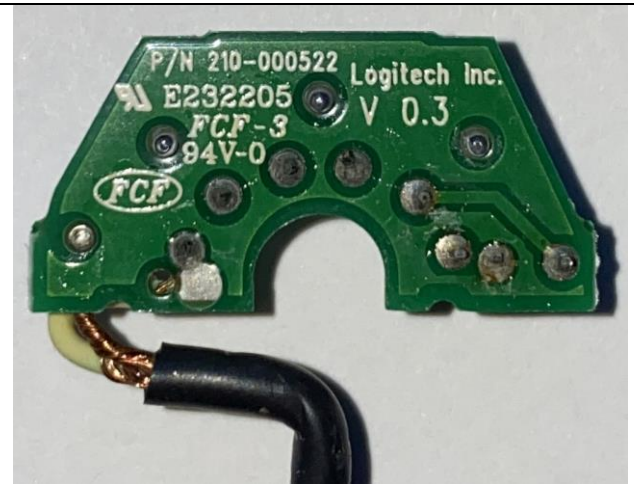


Bild 8.2: Harmony IR-Blaster bottom

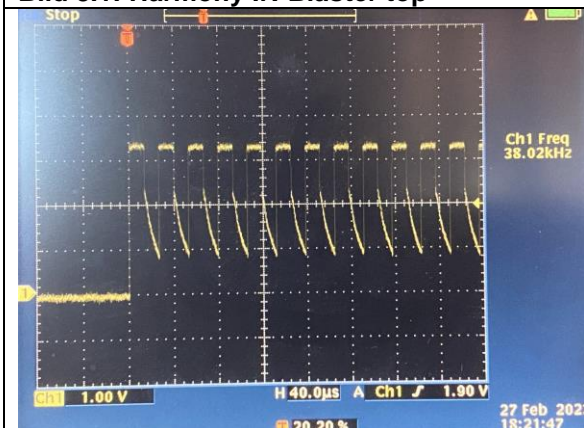


Bild 8.3: Harmony IR-Blaster, Messung V_{cc}

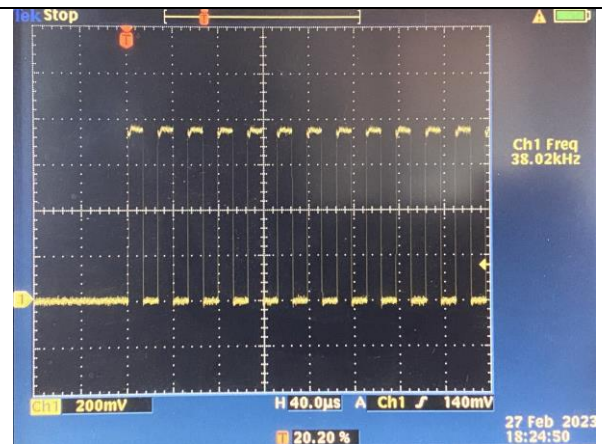
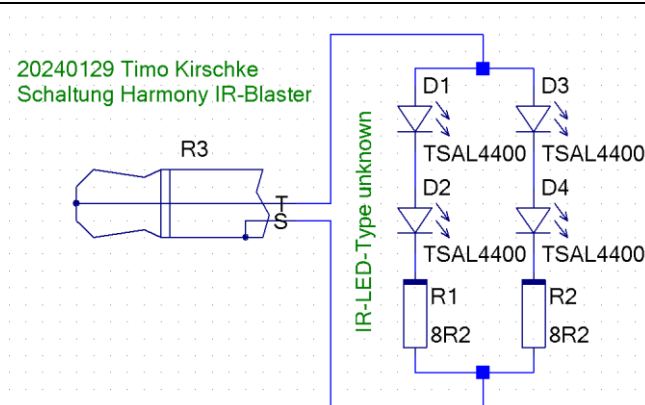


Bild 8.4: Harmony IR-Blaster, Messung I_f



2 Stränge parallel mit je 2* TSAL4400 in Reihe (genauer Typ unbekannt)
 - 8,2Ω in jedem Strang in Reihe,
 - damit ist Betriebsstrom pro Pfad begrenzt auf $I_f < 100\text{mA}$

Bild 8.5: Harmony IR-Blaster, Schaltung

Die Betriebsspannung des Blasters liegt bei 3,3V (gemessen über LEDs und Widerstand)
 Der Betriebsstrom des Blasters ist $750\text{mV}/8,2\Omega \sim 91\text{mA}$.

Um einen ähnlichen Betriebsstrom zu erzielen, sollte beim Betrieb am UCR2-Dock der Drainwiderstand etwa 18Ω bis 20Ω betragen, das entspricht einem parallel zu schaltenden Widerstand von 24Ω bis 27Ω.

Die Belegung des Klinkensteckers ist zwar abweichend, anscheinend jedoch kompatibel zur UCR2.

9 Anwendung einer Power-IR-LED

9.1 Auswahl einer geeigneten LED

Vergleich IR-LEDs														
<i>kursiv = extrapoliert</i>	Hersteller	λ [nm]	@ $I_F=100\text{mA}$			@ $I_F=350\text{mA}$			@ $I_F=1\text{A}$					
			Popt [mW]	I_e [mW/sr]	VF [V]	Popt [mW]	I_e [mW/sr]	VF [V]	Popt [mW]	I_e [mW/sr]	VF [V]	2φ [°]	Maße	Preis
SFH4045N	Osram	940	60	150	1,7							18	3,0x2,85x1,2	
SFH4346	Vishay	940	80	60	1,6				320	255	3,6	40	3mm_rund	
15427294BA240	WE	940							450	125	1,8	120	2,0x2,75x0,6	
LTE-R38381-STR-U	Liteon	940							200	120	1,6	90	3,85x3,85x2,24	
SFH 4726AS A01	Osram	940	134	28	2,4				1340	280	2,65	150	3,75x3,75x1,51	3,39
SFH 4180S A01	Osram	940	115	28	2,5				1150	280	2,95	130	1,6x1,6x0,82	2,95
SFH 4182S	Osram	940	132	34	2,5				1320	340	2,95	130	1,6x1,6x0,82	2,26
V5MA1094750X02	Vishay	940	145	36	2,5				1450	360	2,7	150	3,4x3,4x1,5	2,92
L110-0940150200000	Lumileds	940	145	35	2,5				1450	350	2,9	150	3,7x3,7x1,8	3,76
LST1-01F09-IR03-00	New Energ	940							970	202		150	Osilon black	8,98
LST1-01G01-IR03-00	New Energ	940				225		1,4	643			130	Luminus	9,10
LST1-01H05-IR02-01	New Energ	940												5,83

Die SFH4726AS A01 von Osram kommt zur Anwendung.

9.2 Messungen mit Power-IR-LED

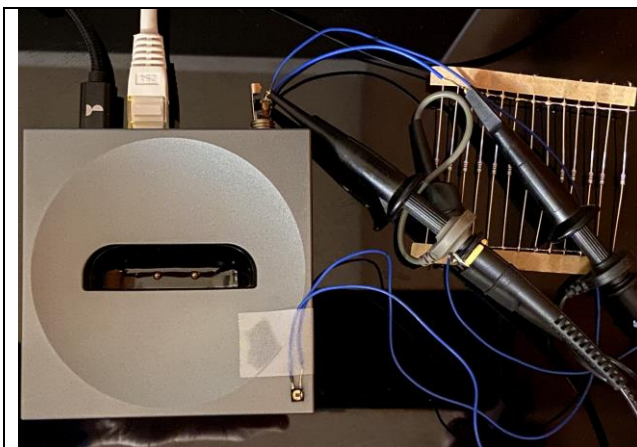


Bild 9.1: Messaufbau mit SFH4726AS_A01 am UCR2-Booster-Ausgang, rechts 2Ω-Strommesswiderstand

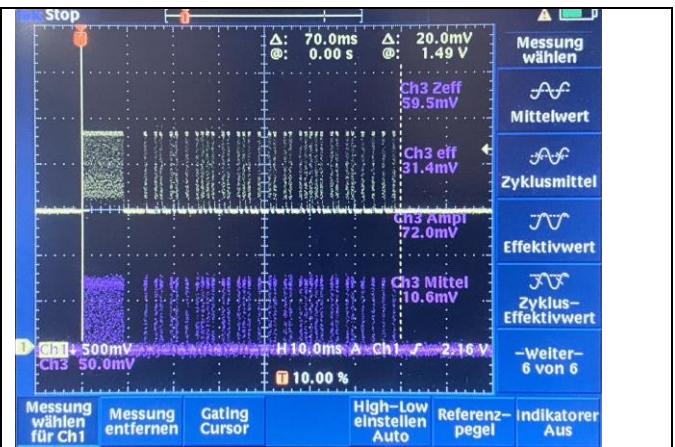


Bild 9.2: SFH4726AS_A01 an originale UCR2-Booster-Ausgang

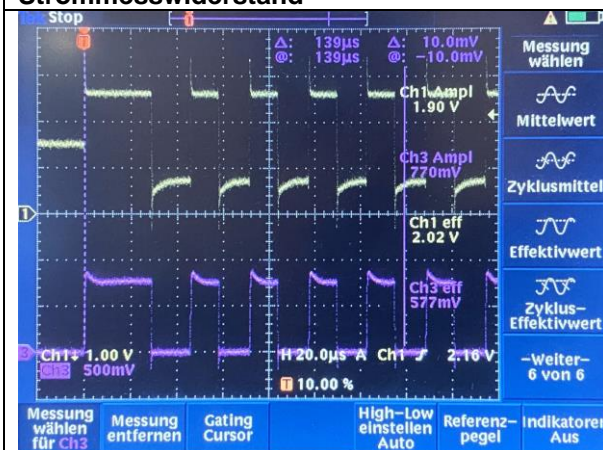


Bild 9.3: SFH4726AS_A01 an modifiziertem UCR2-Booster-Ausgang, Amplitudenbestimmung

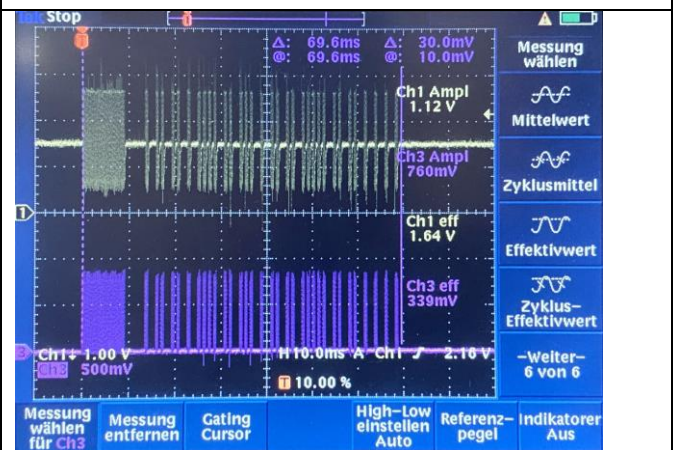


Bild 9.4: SFH4726AS_A01 an modifiziertem UCR2-Booster-Ausgang, ganze IR-Sequenz Volume +

Am unmodifizierten UCR2-Ausgang ist der LED-Strom etwa $I_F = 75\text{mV}/2\Omega \sim 37\text{mA}$. Das resultiert in einem zu geringen raumwinkelbezogenen Strahlungsfluss von $I_e = 10,5\text{mW/sr}$. Am modifizierten Ausgang ergibt sich $I_F = 750\text{mV}/2\Omega \sim 370\text{mA}$, mithin $I_e \sim 104\text{mW/sr}$. Ohne Strommesswiderstand, nur mit dem Drainwiderstand von $3,16\Omega$ steigt I_F auf etwa 600mA , $I_e \sim 168\text{mW/sr}$ (Abschätzung, nicht gemessen). Aufgrund des Tastverhältnisses und der kurzen IR-Sequenzen (hier max. 70ms) erwärmt sich die IR-LED nicht merklich (nicht gemessen). $417\text{mW} \cdot 70\text{ms} = 29\text{mJ}$.

9.3 Realisierung



Bild 9.5: UCR2-Dock - Verdrahtung der externen Power-IR-LED auf LP-Unterseite



Bild 9.6: UCR2-Dock - Verdrahtung der externen Power-IR-LED außen

Variante 1 – realisiert:

Anschluss der IR-LED an äußeren, bereits modifizierten, Booster-Ausgang
Die IR-LED-Unterseite ist mit Polyimid abgedeckt.

Kabel: hier 6 poliges FFC mit Rastermaß 0,5mm

Das FCC-Kabel ist nicht zum Lötten geeignet, verformt sich sehr schnell und das Cu verliert die Bindung zum Träger.

Besser geeignet wäre eine Flex-Leiterplatte (Polyimid-Träger)

Der Mittelsteg im untere Gehäusedeckel ist wegen des Kabels um ca. 0,5mm in der Höhe zu kürzen.

Variante 2:

Der AL-Block des UCR2-Docks erhält eine Sack-Bohrung (Zylinderkopfsenker) von innen D=5,5...6mm (Diagonale des LED-Gehäuses), ca. 1mm Gehäusewandstärke bleibt stehen. Zentrisch dazu eine Durchgangs-Bohrung D=3mm für den LED-Dom.

Die Bohrung erhält von oben eine Fase von 15° bezogen auf die Horizontale, um den Abstrahlbereich der LED nicht einzuschränken.

Verdrahtete IR-LED wird von unten eingeklebt.

Variante 3:

Montage der LED auf der LP

Lichtleiter durch Al-Block führen, ggf. darüber IR-transparente Abdeckkappe

Schwierigkeiten: effiziente Einkopplung und weitwinklige Auskopplung des IR-Lichts

In der Produktion könnten dann bei metallischem Boden die Cu-Folien entfallen.

10 Literatur

Eye safety of IREDs used in lamp applications.pdf

<https://dammedia.osram.info/media/resource/hires/osram-dam-2496541/Eye%20safety%20of%20IREDs%20used%20in%20lamp%20applications.pdf>

Photobiologische_Sicherheit_von_Licht_emittierenden_Dioden_(LED)_BAuA_F2115.pdf

https://www.baua.de/DE/Angebote/Publikationen/Berichte/F2115.pdf?__blob=publicationFile
S. 42ff und S. 82ff