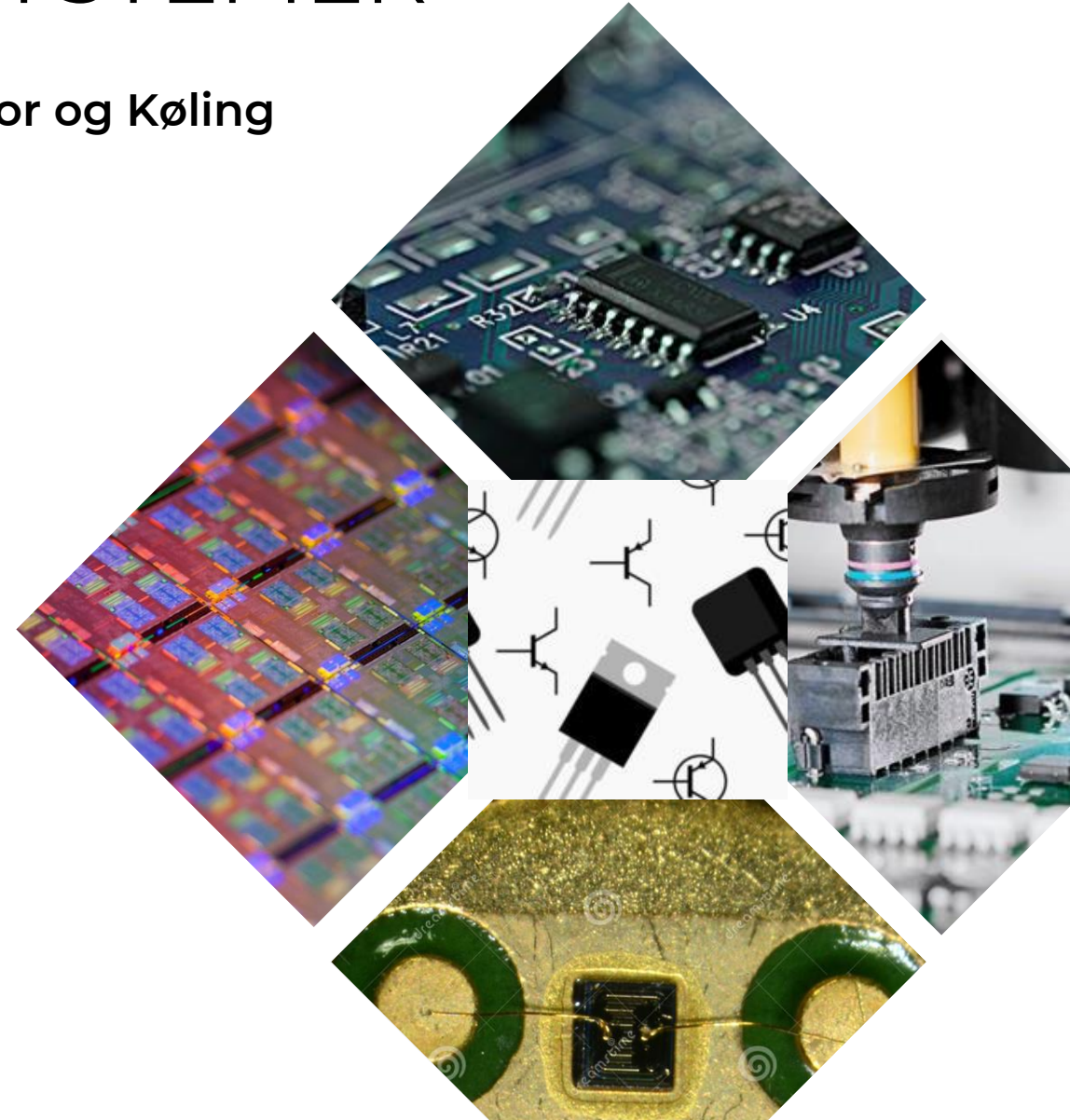


INDLEJREDE SYSTEMER

Drivhus 3 – Kondensator og Køling

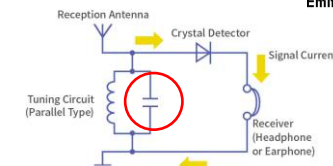
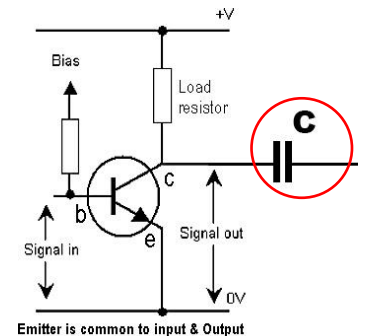
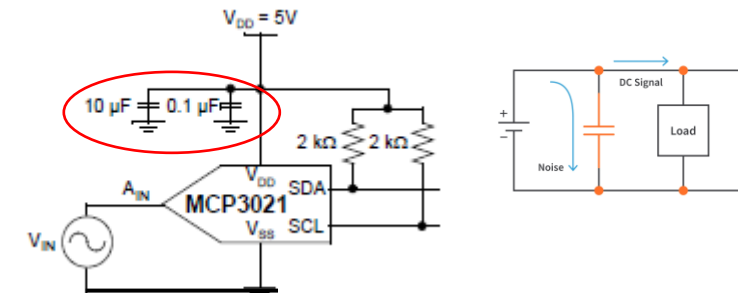
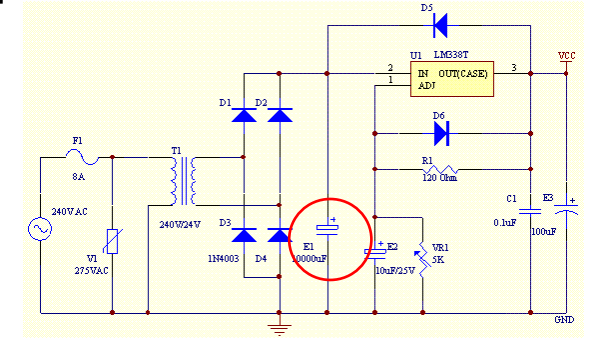
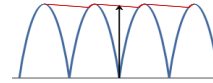
Dagsorden

- Kondensatoren
 - Hvor og hvorfor bruger man en kondensator
 - Hvordan virker en kondensator
 - Capacitive Soil Moisture Sensor
- Køling af elektronik
 - Hvorfor kan det være nødvendigt
 - Beregning på en AMS1117 der findes på ESP32



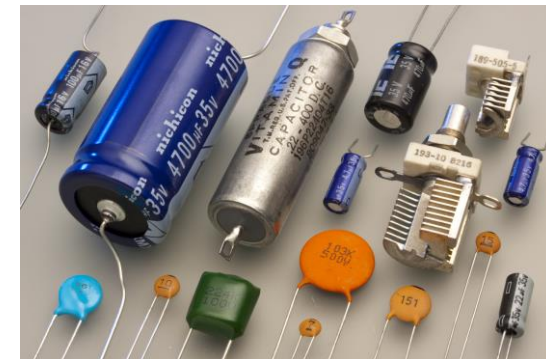
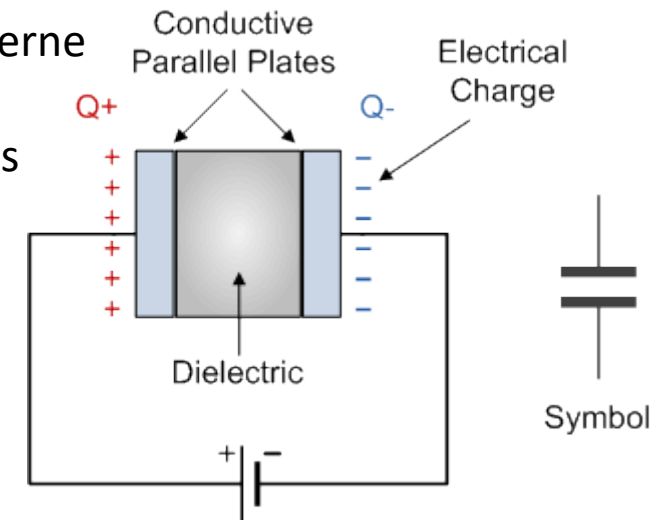
Kondensatoren: hvor og hvorfor?

- i AC/DC strømforsyninger
 - for at udglatte den ensrettede AC til en “flad DC”
 - kaldes en udglatningskondensator
 - har often en stor værdi, tommelfingerregel 1 mF/A
- til at fjerne uønsket AC støj på eller i et kredsløb
 - kaldes en “afkoblingskondensator”
 - ofte anvendes flere og med forskellige værdier og materialetyper
- som energiresevoir
 - fx når der skal laves puls
 - spidsstrømmen er hurtigere end en spændingsregulator kan følge med til
- til at blokere for DC så kun AC kommer igennem
 - fx i et oscilloskop, AC-forstærker
 - kaldes en overførings- eller blokeringskondensator
- i radio kredsløb, sammen med en spole, til at afstemme frekvensen/virkningen



Kondensatoren: hvordan virker den?

- Hvordan virker kondensatoren?
 - Når der sættes en spænding på den så opbygges der sig ladninger (Q) på pladerne
 - Der opbygges så et elektrisk felt, der holder på energien
 - Når der tappes en strøm så fjernes ladningen og det elektriske feltet reduceres
- Kapaciteten afhænger af
 - Pladernes areal, større areal større kapacitet
 - Afstanden mellem pladerne, større afstand mindre kapacitet
 - Dielektrikumets permittivitet (ϵ , epsilon) , større ϵ større kapacitet
- Kondensatoren har en modstand både over for AC og DC
 - AC: frekvensafhængig modstand $X_C = 1 / 2\pi fC$ (+ equivalent series resistance, ESR)
 - DC: "uendelig"
 - Derfor kan den bruges som DC-blokering og AC-afkobling
- Kondensatorer findes i mange typer, materialer, spændinger, faste/variable og kan godt bestå af flere multi-parallele plader



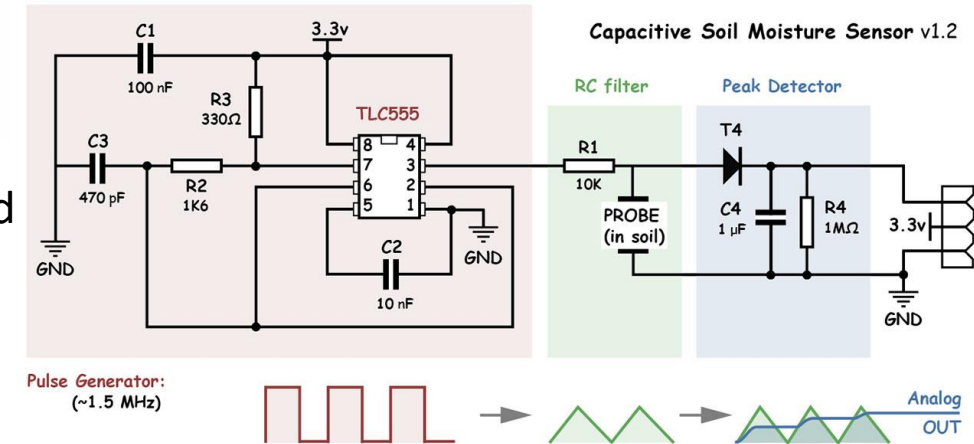
Fugtighedssensoren



- Fugtighed kan måles ved
 - at dielektrikummet ændres som funktion af jordens fugtighed
 - jo større fugtighed desto bedre leder jorden

- Capacitive Soil Moisture Sensor

- LM555 er en universal IC til mange formål så som: timer, pulsgenerator, lyd giver
- LM555 laver et firkantet AC-signal på ben 3
- R3 og jorden udgør en spændingsdeler (AC)
- D1 ensretter og 1 nF udglatter, 1 MΩ aflader
- Fugtigheden kan så måles som en DC spænding
- <https://www.circuitschools.com/interface-capacitive-soil-moisture-sensor-v1-2-with-arduino-lcd-and-oled/>



- <http://www.555-timer-circuits.com/>
- <https://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm555.pdf>

Køling af elektronik 1

Elektronik bliver varmt fordi det afsættes effekt i det: $P_{In} = P_D + P_{Out}$

Eksempel med en AMS1117 3,3 V spændingeregulator, fx på en ESP32



ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS (Note 1)

| | |
|--------------------------------|-----------------------|
| Power Dissipation | Internally limited |
| Input Voltage | 15V |
| Operating Junction Temperature | |
| Control Section | -40°C to <u>125°C</u> |
| Power Transistor | -40°C to 125°C |
| Storage temperature | - 65°C to +150°C |

Soldering information

| | |
|---------------------------|--|
| Lead Temperature (25 sec) | 265°C |
| Thermal Resistance | |
| SO-8 package | $\phi_{JA} = 160^\circ\text{C/W}$ |
| TO-252 package | $\phi_{JA} = 80^\circ\text{C/W}$ |
| SOT-223 package | $\phi_{JA} = \underline{90^\circ\text{C/W}^*}$ |

* With package soldering to copper area over backside ground plane or internal power plane ϕ_{JA} can vary from 46°C/W to >90°C/W depending on mounting technique and the size of the copper area.

$$U_{In} = 10 \text{ V}, U_{Out} = 3,3 \text{ V} \rightarrow U_{LDO} = 6,7 \text{ V} \text{ og } I = 100 \text{ mA} \rightarrow P = U_{LDO} \cdot I = 670 \text{ mW}$$

$$T_{Junction} = T_{Ambient} + R_{JunctionAmbient} \cdot P = 20^\circ\text{C} + 90^\circ\text{C/W} \cdot 670 \text{ mW} = \mathbf{80^\circ\text{C}} \leq 125^\circ\text{C}$$

Køling af elektronik 2



Hvad nu hvis strømmen er 200 mA?

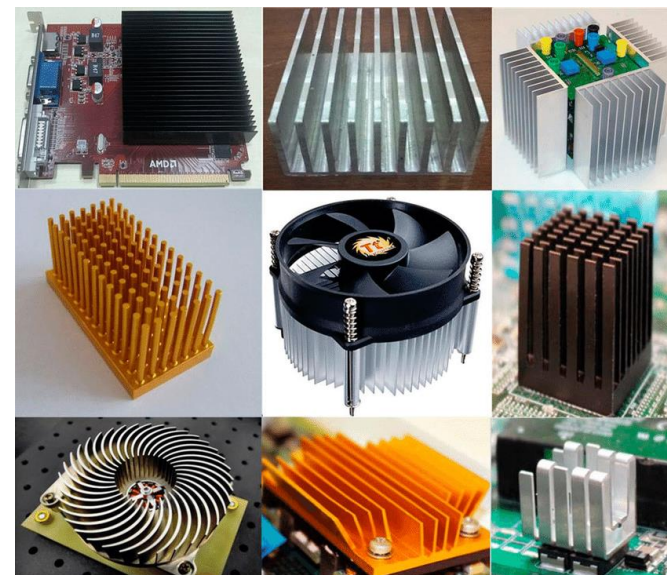
$$U_{\text{In}} = 10 \text{ V}, U_{\text{Out}} = 3,3 \text{ V} \rightarrow U_{\text{LDO}} = 6,7 \text{ V} \text{ og } I = 200 \text{ mA} \rightarrow P = U_{\text{LDO}} \cdot I = 1,34 \text{ W}$$

$$T_{\text{Junction}} = T_{\text{Ambient}} + R_{\text{JunctionAmbient}} \cdot P = 20 \text{ }^{\circ}\text{C} + 90 \text{ }^{\circ}\text{C/W} \cdot 1,34 \text{ W} = \mathbf{141 \text{ }^{\circ}\text{C}} > 125 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

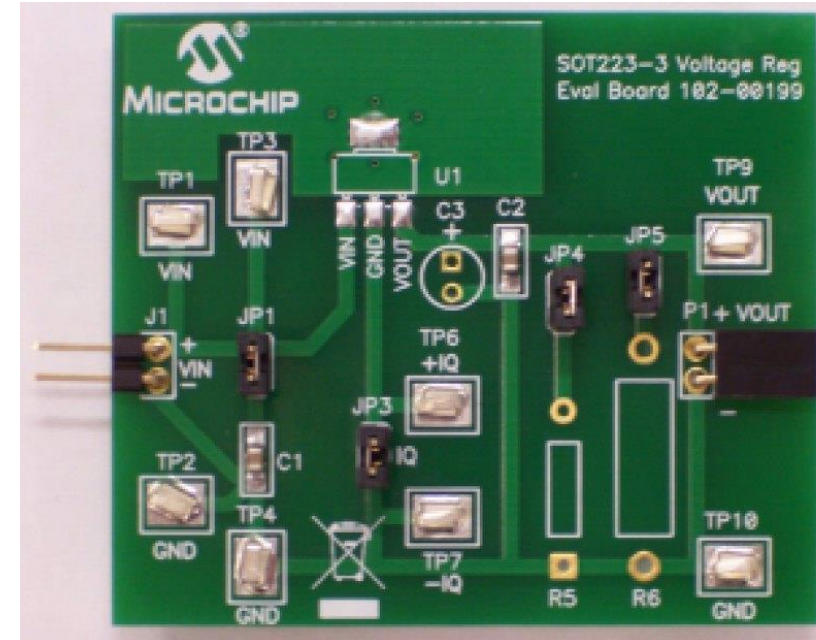
Hvad gør man så? Et kongerige for en køleplade!

| COPPER AREA | | BOARD AREA | THERMAL RESISTANCE (JUNCTION-TO-AMBIENT) |
|-------------|-------------|-------------|---|
| TOP SIDE* | BACK SIDE | | |
| 2500 Sq. mm | 2500 Sq. mm | 2500 Sq. mm | 55°C/W |
| 1000 Sq. mm | 2500 Sq. mm | 2500 Sq. mm | 55°C/W |
| 225 Sq. mm | 2500 Sq. mm | 2500 Sq. mm | 65°C/W |
| 100 Sq. mm | 2500 Sq. mm | 2500 Sq. mm | 80°C/W |
| 1000 Sq. mm | 1000 Sq. mm | 1000 Sq. mm | 60°C/W |
| 1000 Sq. mm | 0 | 1000 Sq. mm | 65°C/W |

* Tab of device attached to topside copper.



Køling af elektronik 3



| COPPER AREA | | BOARD AREA | THERMAL RESISTANCE (JUNCTION-TO-AMBIENT) |
|-------------|-------------|-------------|---|
| TOP SIDE* | BACK SIDE | | |
| 2500 Sq. mm | 2500 Sq. mm | 2500 Sq. mm | 55°C/W |
| 1000 Sq. mm | 2500 Sq. mm | 2500 Sq. mm | 55°C/W |
| 225 Sq. mm | 2500 Sq. mm | 2500 Sq. mm | 65°C/W |
| 100 Sq. mm | 2500 Sq. mm | 2500 Sq. mm | 80°C/W |
| 1000 Sq. mm | 1000 Sq. mm | 1000 Sq. mm | 60°C/W |
| 1000 Sq. mm | 0 | 1000 Sq. mm | 65°C/W |

* Tab of device attached to topside copper.

The thermal resistance from the junction to the tab for the AMS1117 is 15 °C/W.

$$U_{In} = 10 \text{ V}, U_{Out} = 3,3 \text{ V} \rightarrow U_{LDO} = 6,7 \text{ V} \text{ og } I = 200 \text{ mA} \rightarrow P = U_{LDO} \cdot I = 1,34 \text{ W}$$

$$T_{\text{junction}} = T_{\text{Ambient}} + R_{\text{JunctionTab}} \cdot P + R_{\text{TabAmbient}} \cdot P$$

$$= T_{\text{Ambient}} + (R_{\text{JunctionTab}} + R_{\text{TabAmbient}}) \cdot P = T_{\text{Ambient}} + R_{\text{JunctionAmbient}} \cdot P$$

$$= 20 \text{ °C} + 65 \text{ °C/W} \cdot 1,34 \text{ W} = \mathbf{107 \text{ °C}} \leq 125 \text{ °C}$$