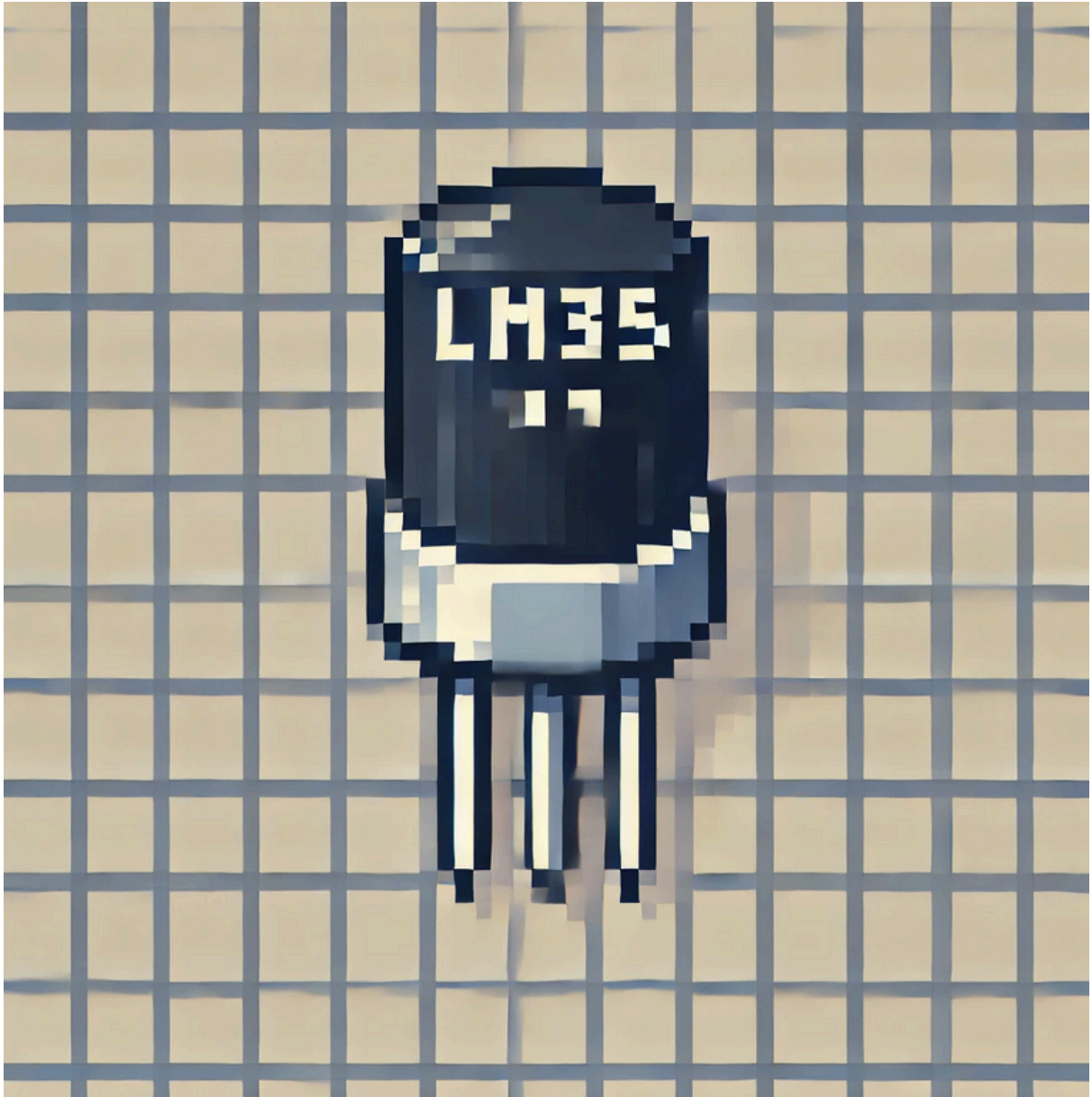


# Teknisk rapport LM35 Temperatur sensor



**Forfatter(e):** *Oliver Hviid og Henrik Bruun*

**Dato:** 26-03-25

**Kursus/Projekt:** 3. semester IT-teknolog

**Institution:** Aarhus Erhvervsakademi

**Version:** 1.0

<b>1. Opgavebeskrivelse / Projektbeskrivelse.....</b>	<b>3</b>
<b>2. Indledning.....</b>	<b>4</b>
<b>3. Design.....</b>	<b>4</b>
3.1 Hardware.....	4
3.2 Simulering.....	5
<b>4. Implementering.....</b>	<b>6</b>
4.1 Hardware.....	6
<b>5. Test.....</b>	<b>7</b>
5.1 Test af hardware.....	8
<b>6. Konklusion.....</b>	<b>9</b>
<b>7. Referencer.....</b>	<b>9</b>
<b>8. Bilag.....</b>	<b>9</b>

# 1. Opgavebeskrivelse / Projektbeskrivelse

Dette projekt omhandler design, implementering og test af et temperaturmålesystem baseret på en LM35-sensor, en operational forstærkerkreds og en Raspberry Pi Pico. Målet er at skalere sensorens udgangsspænding, så den passer til mikrocontrollerens ADC, samt at udvikle en softwareløsning, der håndterer målinger og dataudlæsning ved at simulere et Interface mellem Pico, LM35 og NE5532

## Opgavebeskrivelse

Design og teste en forstærkerkreds, der kan tilpasse et lavt analogt inputsignal på cirka 1V til et udgangsniveau på 3,3V. I stedet for at anvende en fysisk temperatursensor og mikrocontroller er der opbygget et testmiljø, hvor tre justerbare strømforsyninger simulerer henholdsvis inputsignalet og de nødvendige forsyningsspændinger (VCC+ og VCC-) til kredsløbet. Dette gør det muligt at evaluere signalforstærkning og spændingstilpasning under kontrollerede forhold uden påvirkning fra eksterne komponenter.

## Opgavekrav

### Design af forstærkerkredsløb

Design en operationel forstærker-baseret kreds, der skalerer signalet fra 0 - 1V til 0 - 3,3V, så det passer til Pico's ADC.

Dokumentér designet med et blokdiagram og en beskrivelse af interfacet mellem LM35, forstærker kredsen og Raspberry Pi Pico.

### Kredsløbsdesign og simulering

Udarbejd et skematisk diagram af kredsløbet.

Simulér kredsløbet i Proteus for at verificere funktionaliteten.

### Byg og test kredsløbet

Opbyg det fysiske kredsløb og forbind det til Raspberry Pi Pico.

Test kredsløbet for at sikre, at spændingsområdet passer til ADC-indgangen.

## Rapport

Udarbejd en design- og testrapport, der beskriver kredsløbet, simuleringer, testresultater og eventuelle justeringer.

Aflever rapporten på Canvas.

## Vurderingskriterier

Korrekt kredsløbsdesign og simulering.

Funktionalitet og nøjagtighed af den fysiske opbygning.

Grundig dokumentation og testresultater i rapporten.

## 2. Indledning

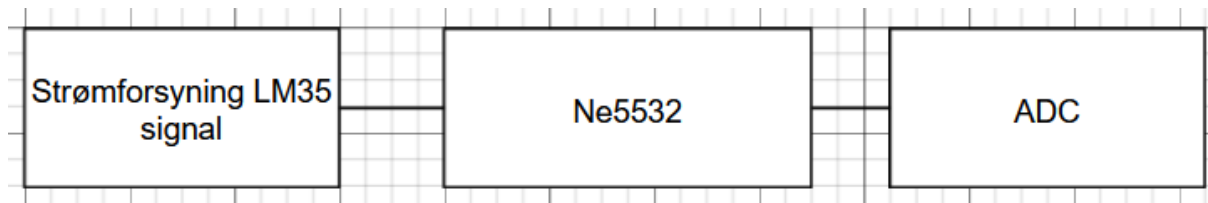
I mange elektroniske systemer er præcise temperaturmålinger afgørende for regulering og overvågning. I dette projekt har vi opbygget et testmiljø, hvor vi med tre justerbare strømforsyninger har simuleret signalforløbet fra en LM35-temperaturføler og spændingstilpasningen til et system som f.eks. en Raspberry Pi Pico. Vi har opsat et VCC- og VCC+ signal for at efterligne omsætningen af et 1V indgangssignal til 3.3V, som en mikrocontroller ville kunne forstå. Selve testen blev udført uden brug af hverken LM35 eller Raspberry Pi Pico – fokus har udelukkende været på signaltilpasning og spændingsniveauer i en kontrolleret testopsætning.

## 3. Design

Ved at udelade både LM35 og Pico kan fokus rettes mod selve signalvejen og forstærkningen, uden fx støj eller variation fra LM35. Dette er for at sikre et mere kontrolleret testmiljø. Ved at anvende strømforsyninger til at simulere signaler har man mere kontrol over spændingsniveauerne og man kan nemt justere værdierne ved at teste signaltilpasningen separat sikres det at kredsløbet fungerer inden det integreres med en LM35 og en Pico, hvilket kan reducere skader.

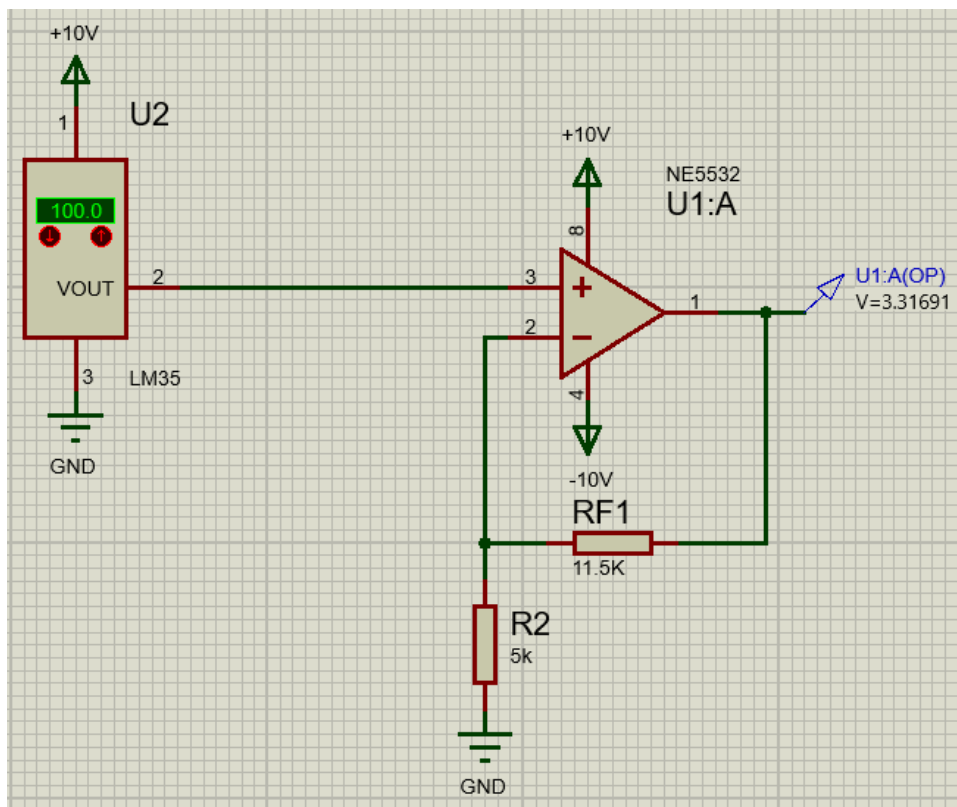
### 3.1 Hardware

- Blokdiagram af systemet



- Valg af komponenter
  - LM35 temperatursensor
  - NE5532 forstærker
  - Raspberry pi picow

- Kredsløbsdesign



## 3.2 Simulering

- Diagram opbygning

Vi har opbygget vores kredsløb i Proteus for lave en simulation af opstillingen inden vi bygger den fysisk. Vi har en LM35 temperatur sensor der kan måle fra 0-100 grader, hvor pr. grad kommer der 10mV ud på udgangen. Vores NE5532 operationsforstærker skal bruges til at forstærke vores spænding fra temperatursensoren så den kan blive aflæst af en ADC indgang på Raspberry Pico. Da Raspberry Pi Pico's ADC pin kan tage signaler mellem 0-3.3V så skal vi regne ud hvor store modstande der skal bruges til at lave den rigtige forstærkning.

- Udregning af modstande til 3.3 forstærkning
  - $\beta = 1 + R_f/R_1$
  - $3.3 = 1 + R_f/R_1$
  - $2.3 = R_f/R_1$
  - $R_f = 2.3 * R_1$
  - $R_f = 2.3 * 5 = 11.5$
  - $R_f = 11.5K$
  - $R_1 = 5K$

- Indsætning af modstande

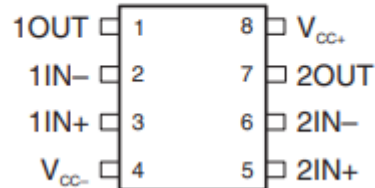
Nu hvor vi har udregnet vores modstande, kan vi i Proteus ændre vores variable modstande til at passe med de udregnede modstande vi skal bruge. Når vi senere skal lave det fysiske kredsløb, så skal vi tage i mente at vi nok skal sætte flere modstande i serie for at få den udregnet modstand.

## 4. Implementering

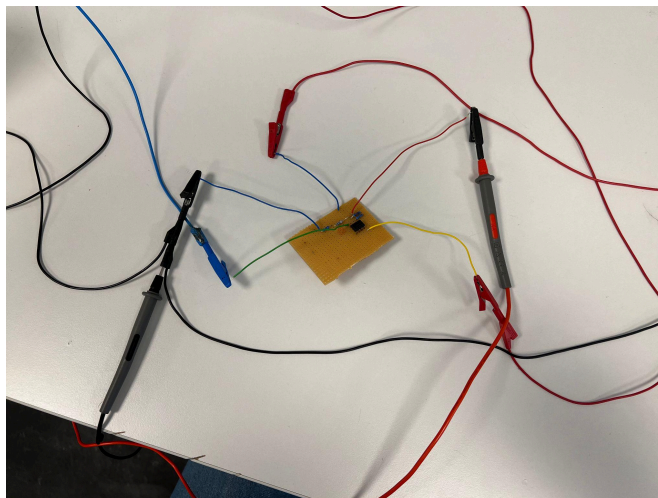
### 4.1 Hardware

- Prototype Opbygning
  - NE5532
  - Modstande 5k, 10k, 1.5k
  - Ledninger
- Kredsløb og lodning
  - NE5532

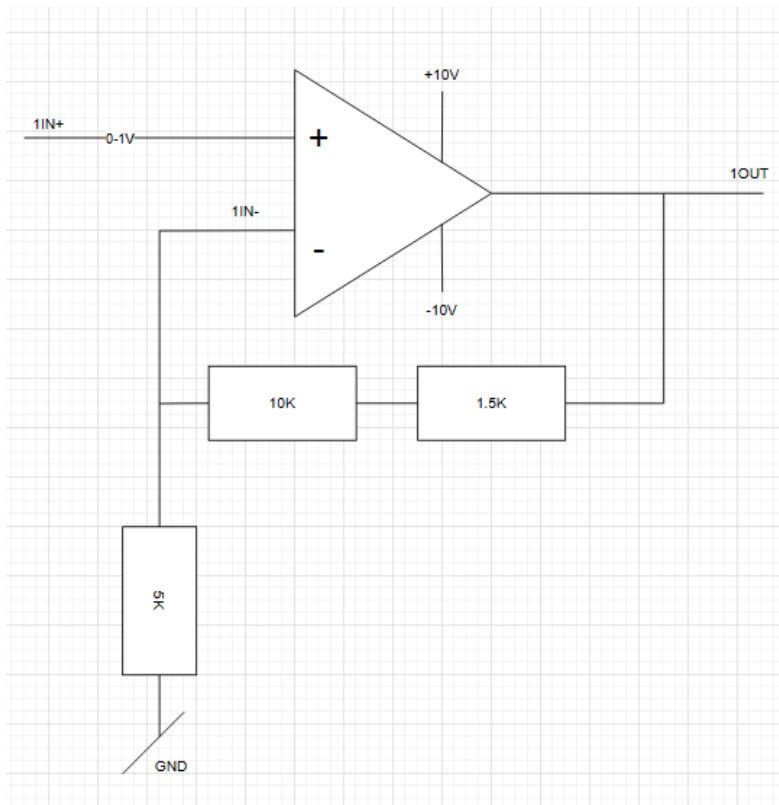
NE5532, NE5532A ... D, P, OR PS PACKAGE  
SA5532, SA5532A ... D OR P PACKAGE  
(TOP VIEW)



- Fysisk opsætning



- Forbindelser og opsætning



---

## 5. Test

Der er opbygget et testmiljø med henblik på at undersøge signalforstærkning og spændingstilpasning uden anvendelse af LM35 eller Pico. I stedet benyttes tre justerbare laboratoriestrømforsyninger til at simulere henholdsvis et temperatursignal på 1V samt de nødvendige VCC+ og VCC- spændingsniveauer til kredsløbet. Formålet med denne test er at verificere, hvordan et lavt indgangssignal kan forstærkes og omsættes til et udgangssignal på 3,3V, hvilket er et typisk krav fra systemer, der kommunikerer med fx en Pico. Testopsætning muliggør evaluering af signalbehandling under kontrollerede forhold uden indflydelse fra sensorkomponenter eller software.



## 5.1 Test af hardware

- Testopstilling:

### 3 strømforsyninger:

To levere VCC+ og VCC- til kredsløbet og en simulerer et 1V signal svarende til LM35-sensoren.

### Multimeter:

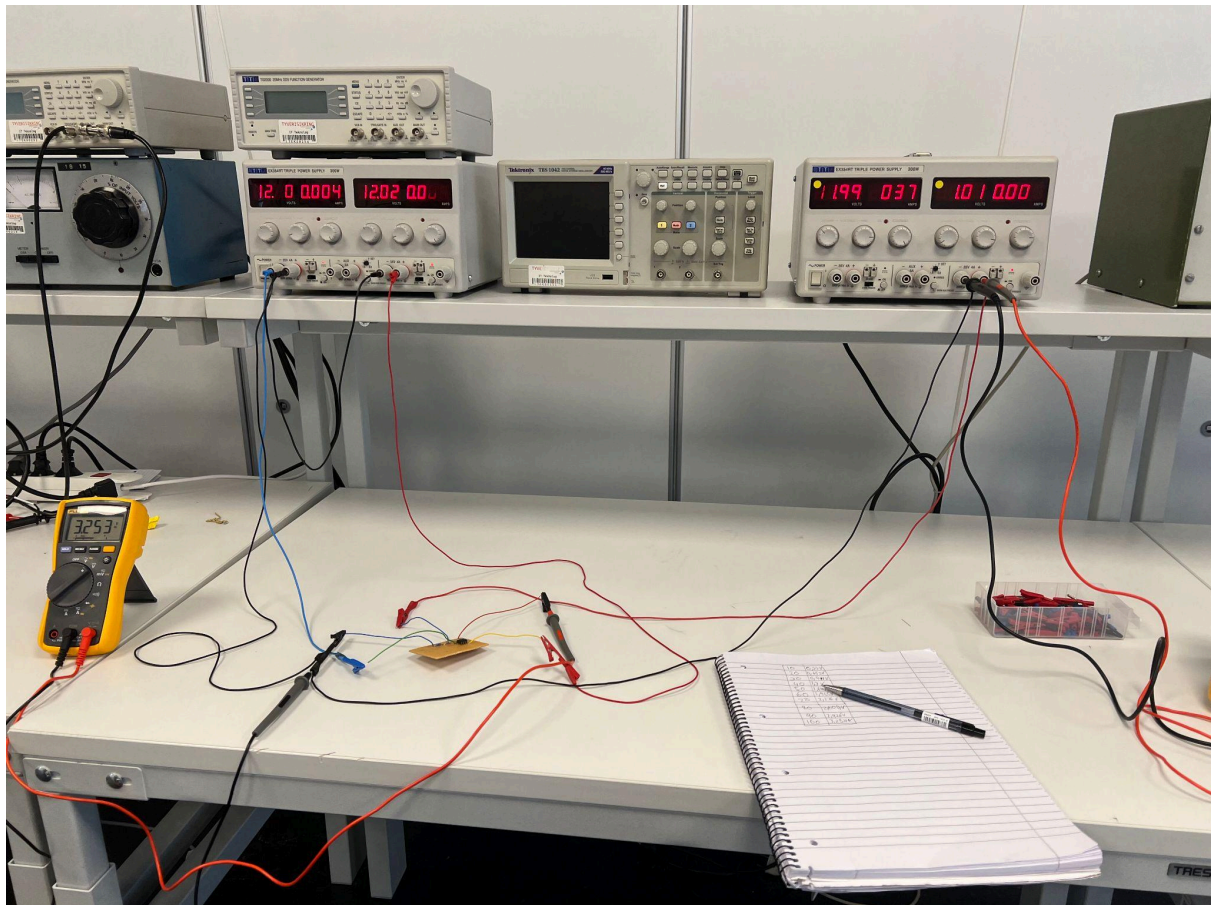
Viser output fra kredsløbet - ca. 3,25V, som bekræfter at signalet er blevet forstærket.

### Prototype board:

Anvendes som testmiljø til at forbinde komponenterne og strømforsyningerne.

### Noter:

Anvendes til registrering af målinger og sammenligning af input og output.



- Upræcise målinger

Vores modstande er ikke 100% den værdi som de er angivet til at være, derfor har vi en upræcision, derfor prøver vi at regne med de aktuelle værdier.

11.5K modstand = 11.054k aktuel



5k modstand = 4.94k aktuel

$$\beta = 1 + R_f/R_1$$

$$1 + 11.054/4.94 = 3.23$$

- Målinger

Temperatur	mV	Output signal forstærket
10	100	0.33V
20	200	0.653V
30	300	0.977V
40	400	1.3V
50	500	1.627V
60	600	1.955V
70	700	2.276V
80	800	2.604V
90	900	2.926V
100	1000	3.25V

## 6. Konklusion

Gennem opbygningen af et kontrolleret testmiljø uden brug af hverken temperatursensor eller mikrocontroller er det lykkedes at designe og verificere en forstærkerkreds, der effektivt tilpasser et lavt analogt signal på 1V til et udgangssignal på cirka 3,3V. Ved hjælp af tre justerbare strømforsyninger blev både signal og forsyningsspændinger simuleret, hvilket muliggjorde en præcis og stabil test af kredsløbets funktion. Resultaterne viser, at kredsen fungerer som forventet og er velegnet til brug i systemer, hvor der kræves spændingstilpasning mellem sensor og mikrocontroller. Testopstillingen har dermed skabt et solidt grundlag for videre integration i en komplet løsning.

## 7. Referencer

NE5532:

[https://www.ti.com/lit/ds/symlink/ne5532a.pdf?ts=1742854177240&ref\\_url=https%253A%252F%252Fwww.google.com%252F](https://www.ti.com/lit/ds/symlink/ne5532a.pdf?ts=1742854177240&ref_url=https%253A%252F%252Fwww.google.com%252F)

## 8. Bilag