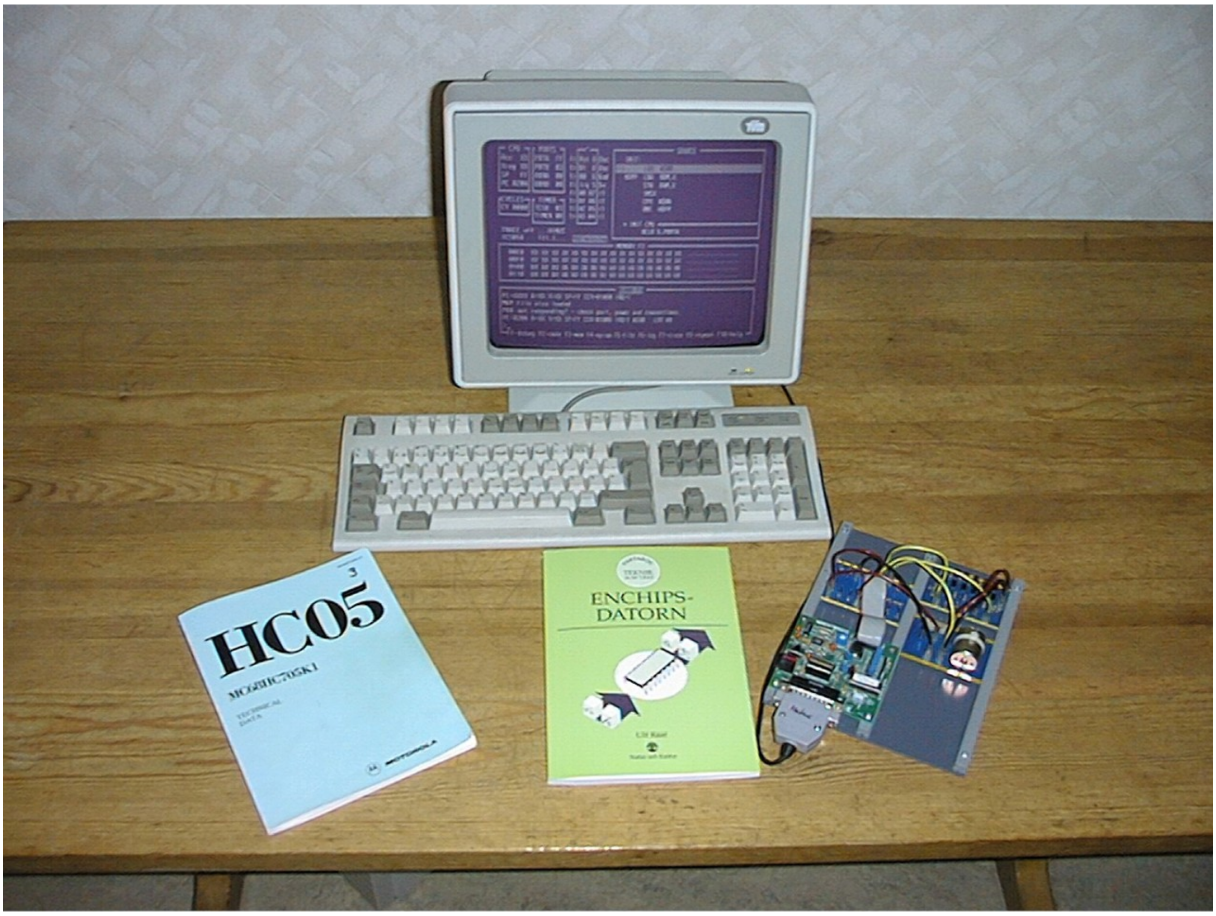

Avancerad Enchipsdatorteknik

Kompendium med Övningar

E-mailinfo@foxcomputer.se, Webbplats http://www.foxcomputer.se

Innehåll

Ver 1998.

Första upplagans första tryckning
Tryckeri DataRäven Elektroteknik
ISBN 91-974111-0-8

Inledning

Kompendium Avancerad Enchipsdatorteknik beskriver konstruktion och programmering med en Enchipsdator. Teori övas med praktiska övningar.

- Övningsprogrammen i kompendium Avancerad Enchipsdatorteknik skrivs och översätts med assamblerprogrammet IASM05K.

- Men simulatorprogrammet ICS05K övas avancerad enchipsdatorprogrammering som praktiska övningar.

- Med programmeringsmodulen M68HC705KICS och simuleringsprogrammet ICS05K testas övningsprogrammen tillsammans med labkort från MODUL AB eller med andra typer av labkort.

- Skrivning och testning av övningsprogram sker med PC dator.

- Med matematikprogrammet MatLab övas signalbehandling av mätvärden.

Kompendium Avancerad Enchipsdatorteknik är utformad att passa olika utbildningsnivåer, från gymnasium till universitet.

Kompendium Avancerad Enchipsdatorteknik ingår som en självständig del av läromedlet ENCHIPSDATORN. Läromedlet är anpassad till kursen mikroprocessorteknik i ämnet elektronik för gymnasium. Övriga delar av läromedlet är.

- Boken ENCHIPSDATORN med övningsprogram och ett lärarhäfte med anvisningar.

- Boken MC68HC705K1 Technical Data från Motorola.

- Mikroprocessor MC68HC705K1 från Motorola.

- Programmeringsmodul M68HC705KICS.

- Laborationsatser från MODUL AB eller andra typer av labkort.

Övningsprogrammen i boken ENCHIPSDATORN skrivs och översätts med assamblerprogrammet IASM05K och testas sedan med simuleringsprogrammet ICS05K. Med programmeringsmodulen M68HC705KICS och simuleringsprogrammet ICS05K testas övningsprogrammen tillsammans med labkort från MODUL AB eller andra typer av labkort. Skrivning och testning av övningsprogram sker med PC dator.

NTC TEMPERATUR GIVARE

Inledning

Temperatur är en fysikalisk storhet som ofta mäts med ett enchipsdatorbaserat mätsystem.
Det finns många olika sätt att mäta temperatur elektriskt, de vanligaste sensorerna är termoelement av typ J eller typ K, platinum resistans PT-100, negativ temperatur koefficient termistor NTC.

NTC termistor är en givare vars resistans ändras med temperaturen. Den används för allmän temperaturmätning, den är noggrann över ett stort temperaturområde från minus 55 till plus 300 grad C, den är stabil genom hela sin livslängd och har hög impedans och är liten och billig. Den har en negativ temperatur koefficient, vanligt är omkring -4.5 %/K vid rumstemperatur 25 grad C, vilket betyder att dess inre resistans minskar med 4.5 % per grad Kelvin. Den är mer än tio gånger känsligare än PT-100 vid samma nominella resistans och vid samma temperatur.

Elektriska data för NTC termistor Philips 2322 642 6102

Resistans vid 25 C	1000 +- 5% ohm
$B_{25/85}$ materialkonstant	3825 +- 5%
Temperatur koefficient	-4.3 %/K
Max dissipation	0.5 W
Dissipation faktor	8.5 mW/K
Termisk tidkonstant	17 sek
Temperaturområde, förlusteffekt 0 W	-25 till +125 C
Temperaturområde, förlusteffekt 0.5 W	0 till +55 C

Förklaringar:
1. $B_{25/85}$ är en materialkonstant, som är "konstant" inom temperaturområdet 25 till 85 C.

2. Temperatur koefficient är ett mått på givarens känslighet, men eftersom givaren är olinjär så anges den vid en viss temperatur (25 C). Resistansen ändrar sig 4.3 % per grad kelvin, dvs vid 25 C så har givaren en resistans på 1000 ohm, så om temperaturen ökar med en grad kelvin så minskar givarens resistans med 43 ohm till 957 ohm.

3. Dissipation faktor är ett mått på termistorns egenuppvärmning, dvs temperaturhöjning, för en viss egeneffekt. Eftersom termistor är en resistans så måste vi skicka ström igenom den för att kunna mäta en spänning, vi får då en effektutveckling i termistorn $P=R*I^2$, denna egeneffekt värmer termistorn och vi registrerar en för hög temperatur. För en given ström kan vi beräkna temperaturhöjningen genom att dividera effekten med dissipation faktor, detta gäller bara när termistorn befinner sig i vatten , olja eller annat flytande medium ej i luft.

4. Termisk tidkonstant är den tid som termistor behöver för att dess resistans ska ändra sig 63 %, från en begynnelse resistans vid temperaturen 25 grad C till en resistans som motsvaras av temperaturen 0.63 * (85 - 25) + 25 = 61 grad C, då omgivningens temperatur har ändrats språngvis från begynnelsetemperaturen 25 grad C till sluttemperatur 85 grad C.

Med uppmätta värden kan man räkna ut temperatur koefficienten för en NTC termistor av typ Philips 2322 642 6102. Vid 25 grad C uppmättes dess resistans till 1000 ohm, och vid 30 grad C uppmättes dess resistans till 809 ohm. Temperaturskillnad är 5 C och resistansskillnad är 191 ohm, vilket ger en temperatur koefficient på (191 / 1000) / 5 = 0.038 dvs 3.8 %/K, vilket stämmer ganska bra med värdet 4.3 %/K i fabrikantens datablad som gäller nära 25 C.

<u>Beräkning av tabellvärden</u>

NTC's resistans varierar med temperaturen, i fabrikantens datablad anges inte resistansvariationen i tabellform utan med en formel.

$R(T) = Ro * e^{B*(1/T-1/To)}$

Där Ro = 1kohm vid T = 25 Grad C, To = 298 Grad K (=25 Grad C), B = 3825 enligt tidigare, e = 2.718 naturlig logaritm, K är grad Kelvin.

För olika temperaturer T [K] får man beräkna vad resistansen R(T) blir enligt formeln ovan. I tabell 1 är R(T) beräknade för ett antal temperaturer.

Tabell 1:

Temp. Grad C:	-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
NTC R(T):	9806	7315	5518	4207	3239	2518	1974	1561	1244	1000	809	659	541	446	370	309	259

Ritar man upp inversen till R(T) d.v.s. T(R) (jämför y = f(x)) så får man en kurva se bild 1 nedan. Anledningen till att rita inversen T(R) är att det är NTC's temperatur vi vill beräkna, den elektriska signal som vi mäter med A/D omvandlaren är en spänning som är en funktion av NTC's resistans.

NTC's resistans som funktion av NTC's temperatur är inte linjär utan olinjär se bild1. Det ställer till lite problem när vi i kommande kapitel med en algoritm i ett assamblerprogram ska beräkna temperatur.

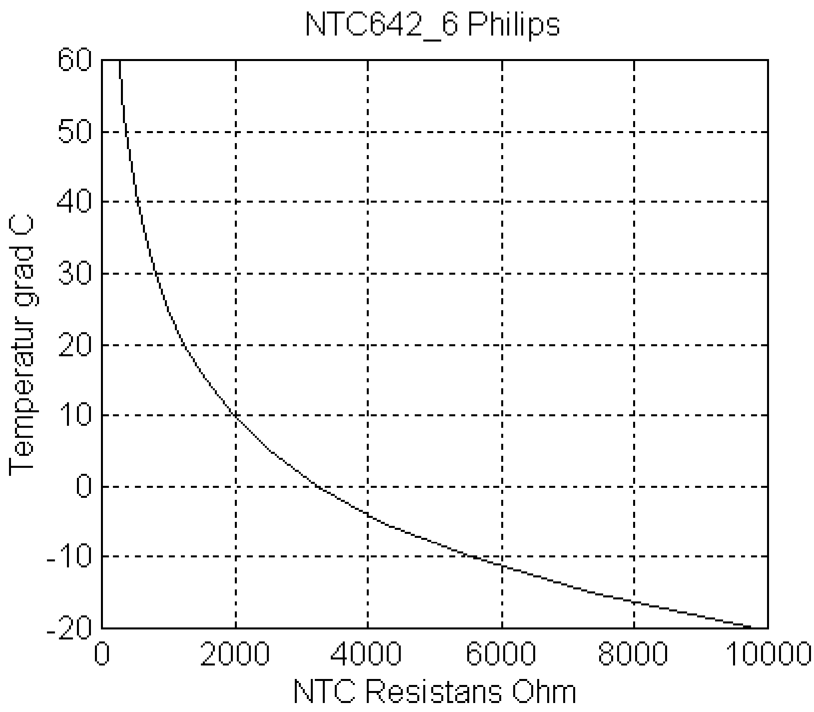

Bild 1

Att omvandla NTC's temperaturvarierande resistans till en elektrisk signal kan göras på många olika sätt. Ett vanligt sätt är att sätta in NTC motståndet som ett av benen i en Wheatstone brygga.
Ett enklare sätt är sätta in NTC motståndet i en spänningsdelare, se bild 2. Spänningen E = Eo * R / (R1+ R) måste beräknas för de olika resistansvärderna i tabell 1.

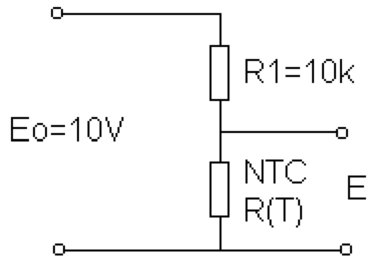

Bild 2

För att omvandla spänningen E till ett binärt tal, väljer vi en 12 bitar Analog Digital omvandlare med ett inspänningsområde på 0-5V. Spännings intervallet 0-5V motsvarar ett binärt talområde på 0 - 2^{12}-1, vilket är på decimal form 0 - 4095. De Analog till Digital omvandlade talen måste beräknas för de olika spänningarna enligt formel A/D omvandlat tal = E * 4095/5.

I tabell 2 nedan är alla värdena från de olika beräkningarna ovan inom temperaturintervallet -20 Grad C till 60 Grad C.

Tabell 2:

Temperatur Grad C	NTC R(T)	EVolt	Avläst A/D
-20	9806	4.951	4055
-15	7315	4.225	3460
-10	5518	3.556	2913
-5	4207	2.961	2425
0	3239	2.447	2004
5	2518	2.011	1647
10	1974	1.649	1350
15	1561	1.349	1106
20	1244	1.107	907
25	1000	0.909	745
30	809	0.749	613
35	659	0.618	506
40	541	0.513	420
45	446	0.427	350
50	370	0.357	292
55	309	0.300	246
60	259	0.253	207

I kommande avsnitts exempel används två A/D omvandlade tal nämligen 307 och 3600, motsvarande beräknade temperaturer är 48.63 och -16.21 Grad C.

En nackdel med NTC motståndet i en spänningsdelare är att det går en ström genom NTC motståndet och därmed sker det en egenuppvärmning.
Storleken på vilket temperaturmätfel som denna egenuppvärmning ger kan beräknas. Max egeneffekt i NTC fås vid -20 grad C, vi bortser från att kylning från omgivningen sker vid låga temperaturer.

$P_{NTC} = E^2 / NTC = 4.951^2 / 9806 = 2.5$ mW.

NTC's dissipation faktor är 8.5 mW / K och egenuppvärmning på P_{NTC} = 2.5 mW, vilket ger ett temperaturmätfel på 2.5 / 8.5 = 0.3 grad K (vilket är 0.3 grad C).
Detta mätfel är godtagbart om vi avrundar resultatet av våra beräkningar till två signifikanta siffror på temperaturen och om mätnogrannhet är +- 1 grad C.

Polynomanpassning

Ett polynom kan användas som en beräkningsalgoritm i en enchipsdator för att beräkna temperaturer.

I tabell 2 är 17 stycken temperaturvärden och motsvarande A/D omvandlade tal representerade. Man kan med dessa tal beräkna koefficienterna k_n, ..., k_0 till ett polynom av valfri grad n.

Ett polynom är en funktion av typen $Y=k_n*X^n+k_{n-1}*X^{n-1}+k_{n-2}*X^{n-2}+.....+k_1*X+ k_0$

Med detta polynom kan man sedan beräkna Y som är den eftersökta temperatur för ett godtyckligt A/D omvandlat tal X, inom intervallet givet i tabell 2.

Att själv med en matematisk metod, t.ex. minsta kvadrat metoden, beräkna polynomets koefficienter "k" är svårt och tar lång tid. Lyckligtvis finns det matematiska program, som t.ex. Matlab, med vilka det är lätt att beräkna koefficienterna och avvikelsen storlek gentemot temperaturvärderna i tabell 2.

Polynom av första graden

Först ska vi beräkna ett polynom av första graden, dvs en räta linjens ekvation $Y=k_1*X+ k_0$. Med temperaturvärdena och A/D omvandlade talen i tabell 2, får vi koefficienterna k_1= -1.9552e-002 och k_0=4.6736e+001.

I bild 3 är två kurvor utritade, en är den beräknade polynom av första graden och den andra är värdena från tabell 2.

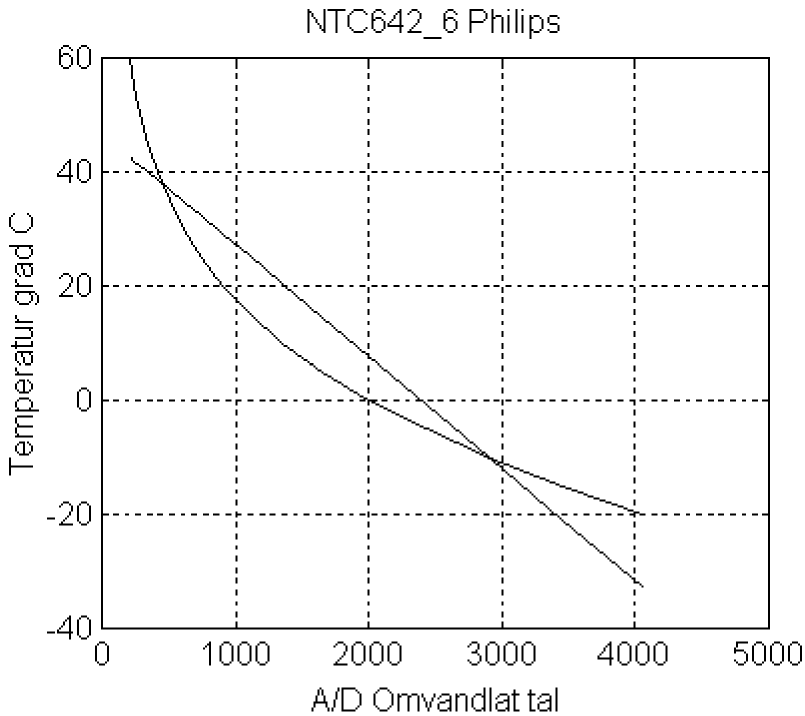

Bild 3

Resultatet blir att polynom av första graden inte är bra anpassning till värdena i tabell 2.

I bild 4 är temperaturavikelsen mellan de polynom-beräknade temperaturvärdena gentemot temperaturvärdena i tabell 2 ritad.

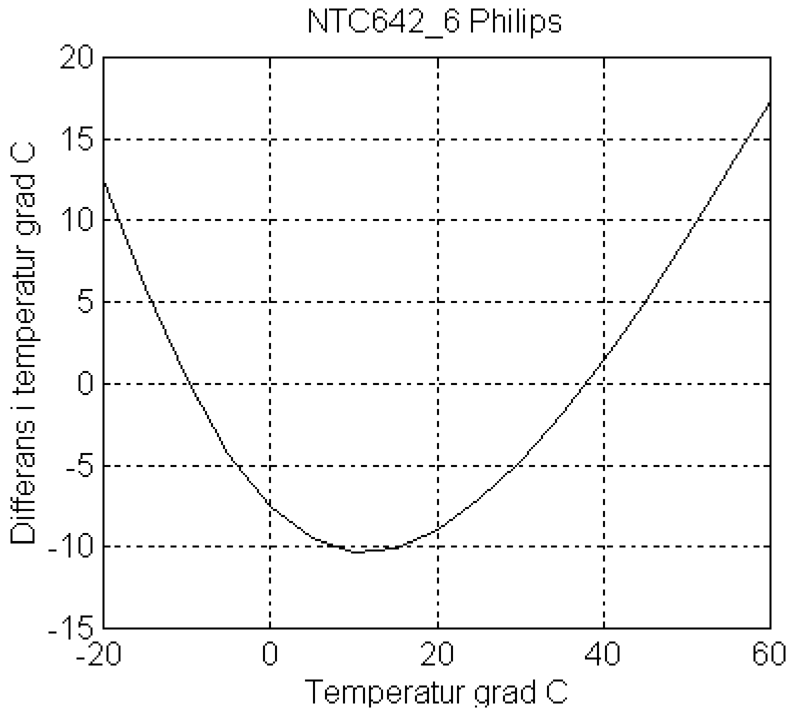

Bild 4

Som framgår så är avvikelsen mycket stor, inom temperaturintervallet -20 till 60 grad C, utom vid två temperaturer -10 grad C och 37 grad C där avvikelsen är noll. Polynom av första graden ger dålig noggrannhet som beräkningsalgoritm.

Polynom av 6'e graden

Nu ska vi beräkna temperaturen med ett 6’e grads polynom som ger en bra anpassning till de temperaturvärdena i tabell 2.

Polynom av 6'e graden är en ekvation $Y=k_6*X^6+k_5*X^5+k_4*X^4+k_3*X^3+k_2*X^2+k_1*X+ k_0$

Med temperaturvärdena och de A/D omvandlade talen i tabell 2, får vi koefficienterna k_6= 6.3199e-019, k_5= -8.7360e-015, k_4= 4.7911e-011, k_3= -1.3369e-007, k_2= 2.0419e-004, k_1= -1.8213e-001, k_0= 8.9306e+001.

I bild 5 är två kurvor utritade, en är den beräknade polynom av 6'e graden och den andra är värdena från tabell 2.

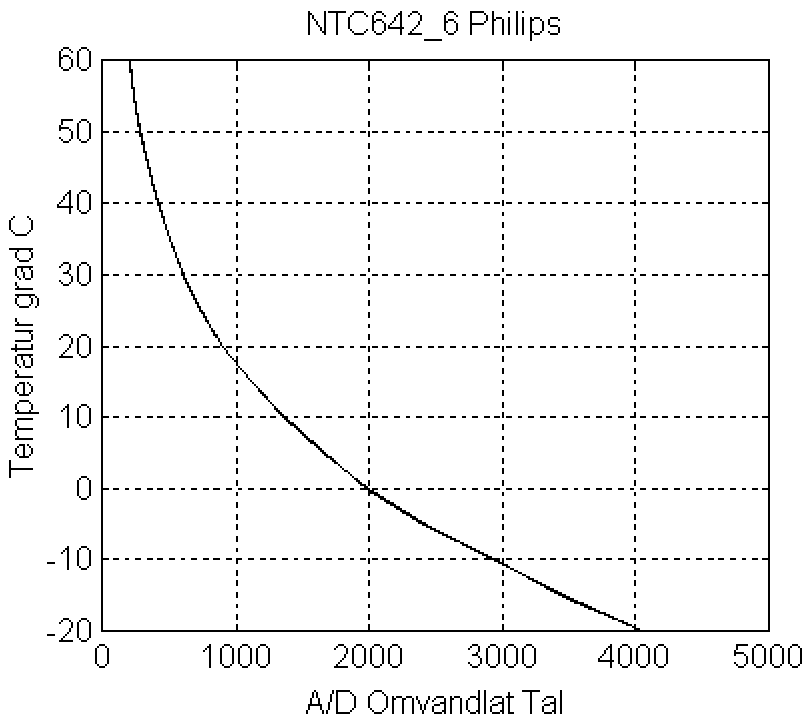

Bild 5

Resultatet blir att de båda kurvorna nästan blir identiska.

I bild 6 är temperaturavikelsen mellan de polynom-beräknade temperaturvärdena gentemot temperaturvärdena i tabell 2 ritad.

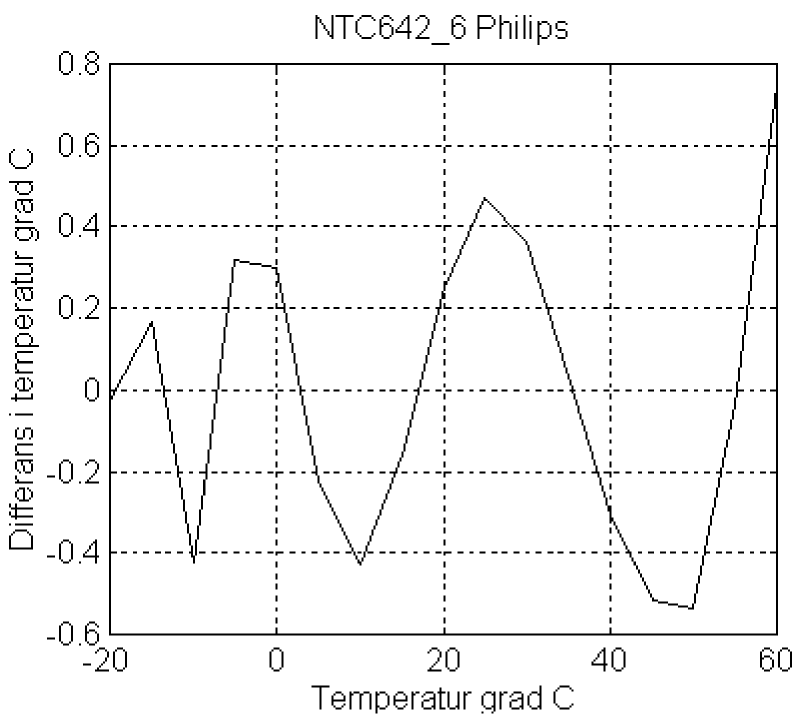

Bild 6

Som framgår så är avvikelsen liten, mindre än +-1 grad C, inom temperaturintervallet -20 till 60 grad C. Polynom av 6'e graden ger bra noggrannhet som beräkningsalgoritm.

Matlab kod.

```
Load Temp.dat
Load AD.dat
C = Polyfit(AD, Temp, 1)
Fit = Polyval(C,AD)
Dif = Temp - Fit
Whitebg
Plot(AD,Fit,'k',AD,Temp,'k')
Title('NTC642_6 Phiplips')
Ylabel('Temperatur grad C')
Xlabel('A/D Omvandlat Tal')
Grid
Plot(Temp, Dif,'k')
Title('NTC642_6 Phiplips')
Ylabel('Differans i temperatur grad C')
Xlabel('Temperatur grad C')
Grid
```