

**Undervisningsmateriale til AMU-kursus****Kursusoplysninger**

<b>Kursusnavn</b>	<b>Ibi, funktion og montage</b>
<b>AMU-kursusnummer</b>	48947
<b>Varighed</b>	3 dage
<b>Målgruppe</b>	El
<b>Dato for udarbejdelse</b>	Juli 2025
<b>Udarbejdet af</b>	Jens Bernholm Eriksen

**Indhold i materialet:**

Formål .....	1
Indhold.....	2
Aktiviteter .....	4
Konkrete produkter .....	4
a. Undervisningsmaterialer - dag 1 .....	5
b. Undervisningsmaterialer - dag 2.....	5
c. Undervisningsmaterialer - dag 3.....	5
d. Viden om digitale og analoge signaler .....	5
e. Opgave 1 .....	7
f. Opgave 1 – retteark .....	8
g. Opgave 2.....	9
h. Opgave 2 – retteark .....	9
i. Opgave 3.....	11
i. Opgave 3 – retteark .....	11

Støttet af

**BØRNE- OG  
UNDERVISNINGS-  
MINISTERIET**  
STYRELSEN FOR  
UNDERVISNING OG KVALITET

## Formål

Formålet med kurset *IBI – funktion og montage* er at give deltagerne en grundlæggende og praksisnær forståelse for intelligente bygningsinstallationer (IBI), deres opbygning, funktion og anvendelse i både små og større bygningsinstallationer.

*Efter gennemført kursus kan deltagerne:*

1. Kable, montere og idriftsætte IBI-komponenter i både trådløse og bus-baserede systemer.
2. Forstå og anvende intelligente installationers opbygning, signaltyper og kommunikationsprincipper.
3. Programmere og konfigurere IoT-, KNX- og DALI-systemer i praksis.
4. Løse simple installations- og programmeringsopgaver og anvende scenarier, sensorinput og automationslogik.
5. Foretage fejlfinding baseret på måleværdier, digitale/analoge signaler og systemdiagnose.

Kurset giver deltageren et stærkt grundlag for at arbejde med moderne, energieffektive og intelligente styringsløsninger i professionelle el- og bygningsinstallationsmiljøer.

Kurset afsluttes med én ud af tre prøver.

Støttet af



**BØRNE- OG  
UNDERVISNINGS-  
MINISTERIET**  
STYRELSEN FOR  
UNDERVISNING OG KVALITET

## Indhold

### Dag 1: Fokus på IBI

- Introduktion til dagens undervisningsplan og forventningsafstemning.
- Teoretisk gennemgang af intelligente bygningsinstallationer med fokus på forskellen mellem centrale og decentrale systemer.
- Præsentation af IoT- og IIoT-teknologier, herunder Zigbee, Z-Wave, EnOcean, Sigfox samt netværkstyper som PAN, FFD, RFD, stjerne-, cluster- og mesh-topologier.
- Opsætning af 4G-router og netværksswitch, som kursisterne anvender til dagens øvelser.
- Hands-on øvelser med Schneider Electric Wiser-systemet, bl.a.:
  - Gateway-konfiguration
  - Tilslutning af 4-tryk, batteritryk, PIR-sensor, puck-lysdæmper og puck-relæ
- Opsætning og øvelser med Shelly-enheder, herunder:
  - Energimålingsmoduler
  - Åbningskontakter
  - Plugs
  - Temperatur-/fugtighedssensorer
- Opsætning af Ledvance-systemet, med øvelser i:
  - Styring af forskellige lyskilder
  - Brug af plugs med energimåling
- Dialog og erfaringsudveksling om deltagernes egne IoT-installationer og erfaringer.
- Opsamling og evaluering af dagens læringsmål.

### Dag 2: Fokus på KNX

- Introduktion til dagens undervisningsplan.
- Præsentation af KNX-systemet, dets opbygning og anvendelse i store bygningsinstallationer.
- Topologi-gennemgang og forståelse af busstruktur.
- Introduktion til KNX DALI-gateway og dens funktion.
- Gennemgang af ETS-softwaren, herunder projektoprettelse og adressering.
- Praktisk trådning af øveplade, inkl. sensorer og lampesektioner.
- Programmeringsøvelser i ETS, bl.a.:
  - Tænd/sluk-funktioner (T/S), fx S1 tænd – S2 sluk H1
  - Kip-funktioner og *sluk alt*-funktioner
  - Dæmpestyring med S1–S3
- Opsætning af scenarier

Støttet af



BØRNE- OG  
UNDERVISNINGS-  
MINISTERIET  
STYRELSEN FOR  
UNDERVISNING OG KVALITET

- Scene 1: Tavleundervisning (tavlelys ON, projektor OFF, persienne 0, grundbelysning 60 %)
- Scene 2: Projektorfremvisning
- Scene 3: Gruppearbejde
- Scene 4: Sluk alt
- Opsamling og evaluering af dagens læringsudbytte.

### **Dag 3: Fokus på digitale og analoge signaler – dali – bus**

- Introduktion til dagens undervisningsplan.
- Teori om digitale og analoge signaler, inkl.
  - Signalforståelse
  - Eksempler på indgangs- og udgangssignaler
  - Gennemgang af 0–10 V og 4–20 mA-signaler
- Beregning af analoge værdier
- Praktisk opsætning af KNX-DALI gateway:
  - Trådning til KNX-bus og forsyning
  - Gruppering af armaturer
- Programmering af DALI-scenarier, fx:
  - Scene 1: 100 % / 75 % / 50 % / 25 %
  - Scene 2: 25 % / 100 % / 75 % / 50 %
  - Scene 3: 50 % / 25 % / 100 % / 75 %
  - Scene 4: Sluk alle grupper
- Fejlfinding og analyse via måleværdier og signalforståelse.
- Gennemførelse af AMU-prøven.
- Afsluttende evaluering af kurset.

### **Aktiviteter**

Kurset kombinerer teoretisk viden med omfattende praktiske øvelser, så deltagerne opnår kompetencer inden for både installation, programmering, opsætning og fejlfinding på flere typer af IBI-systemer, herunder IoT-baserede systemer, KNX og DALI. Formålet understøttes gennem tre sammenhængende læringsdage, hvor teori og praksis går hånd i hånd.

Støttet af



**BØRNE- OG  
UNDERVISNINGS-  
MINISTERIET**  
STYRELSEN FOR  
UNDERVISNING OG KVALITET

**Konkrete produkter**

- a. Undervisningsmaterialer - dag 1**  
Undervisningsmaterialet er vedlagt som bilag
- b. Undervisningsmaterialer - dag 2**  
Undervisningsmaterialet er vedlagt som bilag
- c. Undervisningsmaterialer - dag 3**  
Undervisningsmaterialet er vedlagt som bilag
- d. Viden om digitale og analoge signaler**

**Analog Signal****Digital Signal**

Støttet af

**BØRNE- OG  
UNDERVISNINGS-  
MINISTERIET**  
STYRELSEN FOR  
UNDERVISNING OG KVALITET

I den elektriske verden støder man ofte på udtryk som digitale og analoge signaler.

Signalerne benyttes som indgang- eller udgangssignaler til en styreenhed, som man ønsker i automatik. For eksempel en CTS-controller til klimastyring eller ventilationsanlægget eller P

### Eksempel på udgangssignaler

Et digitalt udgangssignal kan være start / stop af en elmotor.

Et analogt udgangssignal kan være et variabelt styresignal til hastighedsstyring af en elmoto

### Eksempel på indgangssignaler

Et digitalt indgangssignal kan være en termostat der giver et signal når en indstillet tempera en kontakt slutter sin forbindelse.

Et analogt indgangssignal, kan være en temperaturføler der angiver den til en hver tid aktue temperatur, via en variabel modstand.

## Digitale signaler

Det digitale signal kan antage to forskellige tilstande, nemlig værdien "0" eller værdien "1"

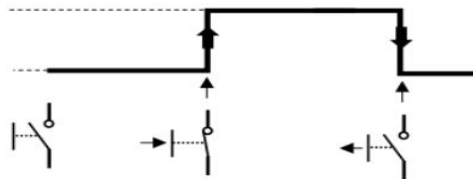
Ved værdien "0" er der ingen signal, man siger også at værdien er "lav".

Ved værdien "1" er der signal, man siger også at værdien er "høj".

Det kan også vises sådan:

"1" Forbindelse "Høj"

"0" Ingen forbindelse "Lav"



Støttet af



BØRNE- OG  
UNDERVISNINGS-  
MINISTERIET  
STYRELSEN FOR  
UNDERVISNING OG KVALITET

## Analoge signaler

Det analoge signal kan antage alle værdier inden for et givet måleområde.

Et måleområde kan eksempel vis være for en temperaturføler, med måleområdet fra -50 til +250 grader, med en variabel ohmsk modstandsværdi.

Eller en CO<sub>2</sub> luftkvalitetsføler med et måleområde fra 0 til 2000 ppm, med et 0 til 10 volts signal eller 4 til 20 mA signal

### 0-10 volt signal:

Signalet kan repræsentere et måleområde på 0 til 2000 ppm fra en føler.

1 volt repræsenterer hermed  $= \frac{2000}{10} = 200$  ppm

Måler man en spænding på 4,5 volt fra føleren, vil man hermed have:

CO<sub>2</sub> niveau = 4,5 \* 200 = 900 ppm

### 4 – 20 mA signal:

Signalet kan ligeledes repræsentere et måleområde på 0 til 2000 ppm fra en føler.

En strøm på 4 mA i kredsløbet svare dog her til 0 ppm.

Målingen foregår dermed i området fra 4 til 20 mA altså over 16 mA.

1 mA repræsenterer hermed  $= \frac{2000}{16} = 125$  ppm

Måler man en strøm på 7,2 mA fra føleren, vil man hermed have:

CO<sub>2</sub> niveau = (7,2-4) \* 125 = 400 ppm

### Fordelen ved 4 til 20 mA signalet er:

- Hvis strømme mindre end 4 mA eller større end 20 mA er der en fejl i kredsløbet, der vil blive registreret i styringen.
- De fleste styringer vil komme med en meddelelse om, at der er fejl på styringen.

Støttet af



**BØRNE- OG  
UNDERVISNINGS-  
MINISTERIET**  
STYRELSEN FOR  
UNDERVISNING OG KVALITET

e. Opgave 1

**Opgave 1:**

- En Pt 100 føler har en modstandsværdi på 108,18 Ohm. Hvilken temperatur måler føleren?
- En temperatur er målt til 17 grader med en Pt 100 føler. Hvilken modstand har føleren?
- En Pt 500 føler har en modstandsværdi på 509,75 ohm. Hvilken temperatur måler føleren?

T °C	Pt100		Pt500		Pt1000		Pt-serie	
	IEC751 A/B R Ohm	IEC751 A/B R Ohm	IEC751 A/B R Ohm	IEC751 A/B R Ohm	IEC751 A/B R Ohm	IEC751 A/B R Ohm	Tolerance Class A dT ±°C	Tolerance Class B dT ±°C
-50	80,3	401,5	803	0,05	0,05			
-40	84,3	421,4	843	0,07	0,10			
-30	88,2	441,1	882	0,09	0,15			
-20	92,2	460,8	922	0,11	0,20			
-10	96,1	480,4	961	0,13	0,25			
0	100	500	1000	0,15	0,30			
10	103,9	519,5	1039	0,17	0,35			
20	107,8	539,0	1078	0,19	0,40			
25	109,7	548,7	1097	0,20	0,43			
30	111,7	558,4	1117	0,21	0,45			
40	115,5	577,7	1155	0,23	0,50			
50	119,4	597,0	1194	0,25	0,55			
60	123,2	616,2	1232	0,27	0,60			
70	127,1	635,4	1271	0,29	0,65			
80	130,9	654,5	1309	0,31	0,70			
90	134,7	673,5	1347	0,33	0,75			
100	138,5	692,5	1385	0,35	0,80			
110	142,3	711,5	1423	0,37	0,85			
120	146,1	730,3	1461	0,39	0,90			

T °C	Pt100		Pt500		Pt1000		Pt-serie	
	IEC751 A/B R Ohm	IEC751 A/B R Ohm	IEC751 A/B R Ohm	IEC751 A/B R Ohm	IEC751 A/B R Ohm	IEC751 A/B R Ohm	Tolerance Class A dT ±°C	Tolerance Class B dT ±°C
-50	80,3	401,5	803	0,05	0,05			
-40	84,3	421,4	843	0,07	0,10			
-30	88,2	441,1	882	0,09	0,15			
-20	92,2	460,8	922	0,11	0,20			
-10	96,1	480,4	961	0,13	0,25			
0	100	500	1000	0,15	0,30			
10	103,9	519,5	1039	0,17	0,35			
20	107,8	539,0	1078	0,19	0,40			
25	109,7	548,7	1097	0,20	0,43			
30	111,7	558,4	1117	0,21	0,45			
40	115,5	577,7	1155	0,23	0,50			
50	119,4	597,0	1194	0,25	0,55			
60	123,2	616,2	1232	0,27	0,60			
70	127,1	635,4	1271	0,29	0,65			
80	130,9	654,5	1309	0,31	0,70			
90	134,7	673,5	1347	0,33	0,75			
100	138,5	692,5	1385	0,35	0,80			
110	142,3	711,5	1423	0,37	0,85			
120	146,1	730,3	1461	0,39	0,90			

f. Opgave 1 – retteark

**Beregn temperatur med modstandsværdier fra en PT 100 føler opgave 1**

En PT 100 føler er en almindelig type modstandstermometer, der anvendes til at måle temperatur. Føleren består af en platinmodstand, hvor modstanden ændrer sig med temperaturen. For at konvertere modstandsværdier til temperatur kan du bruge en specifik formel eller en tabel, der relaterer modstand og temperatur. Her er en vejledning til beregning af temperatur baseret på modstandsværdier fra en PT 100 føler:

**Modstandsværdier og Temperatur**

For at beregne temperatur fra modstandsværdier, kan vi bruge følgende modstandsværdier:

- Ved 20 grader Celsius: 107,8 ohm
- Ved 25 grader Celsius: 109,7 ohm

**Beregning**

For at beregne temperaturen, kan vi anvende en lineær interpolation mellem de kendte værdier. Følgende trin viser, hvordan du kan gøre dette:

1. Bestem de kendte modstandsværdier og tilhørende temperaturer:

- R1 = 107,8 ohm ved T1 = 20 grader Celsius
- R2 = 109,7 ohm ved T2 = 25 grader Celsius

2. Bestem modstandsændringen pr. grad Celsius:

Støttet af



BØRNE- OG  
UNDERVISNINGS-  
MINISTERIET  
STYRELSEN FOR  
UNDERVISNING OG KVALITET

- $\Delta R = R_2 - R_1 = 109,7 \text{ ohm} - 107,8 \text{ ohm} = 1,9 \text{ ohm}$
- $\Delta T = T_2 - T_1 = 25 \text{ grader Celsius} - 20 \text{ grader Celsius} = 5 \text{ grader Celsius}$
- $\Delta R / \Delta T = 1,9 \text{ ohm} / 5 \text{ grader Celsius} = 0,38 \text{ ohm per grad Celsius}$

**3. Beregn temperaturen for en given modstandsværdi:**

- For eksempel, hvis modstanden er 108,18 ohm, kan vi finde temperaturen som følger:
- $\Delta R \text{ fra } R_1 = 108,18 \text{ ohm} - 107,8 \text{ ohm} = 0,38 \text{ ohm}$
- $\text{Temperaturændring} = \Delta R / (\Delta R / \Delta T) = 0,38 \text{ ohm} / 0,38 \text{ ohm per grad Celsius} = 1 \text{ grad Celsius}$
- Så temperaturen vil være  $T_1 + \text{Temperaturændring} = 20 \text{ grader Celsius} + 1 \text{ grad Celsius} = 21 \text{ grader Celsius}$

**g. Opgave 2**

**Opgave 2:**

En CO<sub>2</sub> føler har et måleområde på 0 – 2000 ppm.  
Føleren afgiver et styresignal på 4 – 20 mA.

Fastslå de forskellige CO<sub>2</sub> niveauer ved de forskellige strømme vist i skemaet nedenfor.

Målt Strøm	CO <sub>2</sub> Niveau	Evt. bemærkning
15 mA		
7 mA		
0 mA		
17 mA		
24 mA		
4 mA		
20 mA		

**h. Opgave 2 – retteark**

**Beregn Modstandsværdier fra en PT 100 Føler ved 17 Grader opgave 2**

For at beregne modstanden for en PT 100 føler ved 17 grader, når vi har modstandsværdierne ved 10 og 20 grader, kan vi anvende en lineær interpolation.

**Givne Data**

Ved 10 grader er modstanden 103,9 ohm

Ved 20 grader er modstanden 107,8 ohm

Støttet af



**BØRNE- OG  
UNDERVISNINGS-  
MINISTERIET**  
STYRELSEN FOR  
UNDERVISNING OG KVALITET

*Formel for Lineær Interpolation*

- For at finde modstanden  $(R)$  ved en temperatur  $(T)$  mellem to kendte temperaturer,  $(T_1)$  og  $(T_2)$ , med kendte modstande  $(R_1)$  og  $(R_2)$ :
- $$R = R_1 + \frac{(R_2 - R_1)}{(T_2 - T_1)} \cdot (T - T_1)$$

**Anvendelse af Formel**

Sæt værdierne ind i formlen:

- $(T_1 = 10)$  grader,  $(R_1 = 103,9)$  ohm
- $(T_2 = 20)$  grader,  $(R_2 = 107,8)$  ohm
- $(T = 17)$  grader

**Beregn:**

- $$R = 103,9 + \frac{(107,8 - 103,9)}{(20 - 10)} \cdot (17 - 10)$$

Først beregner vi forskellen i modstande og temperaturer:

- $R_2 - R_1 = 107,8 - 103,9 = 3,9 \text{ ohm}$
- $T_2 - T_1 = 20 - 10 = 10 \text{ grader}$

Derefter beregner vi hældningen (ændring i modstand per grad):

- $$\frac{(R_2 - R_1)}{(T_2 - T_1)} = \frac{3,9}{10} = 0,39 \text{ ohm/grad}$$

Til sidst anvender vi hældningen og forskellen i temperaturer til at finde modstanden ved 17 grader:

- $R = 103,9 + 0,39 \cdot (17 - 10)$
- $R = 103,9 + 0,39 \cdot 7$
- $R = 103,9 + 2,73$
- $R = 106,63 \text{ ohm}$

**Resultat**

Ved en temperatur på 17 grader er modstanden for PT 100 føleren cirka 106,63 ohm.



### i. Opgave 3

**Opgave 3:**

En tryktransmitter (føler) har et udgangssignal på 0 til 20 mA  
Måleområdet er 0 til 500 Pascal.

1. Hvor stort er udgangssignalet ved 75% signal?
2. Hvad er trykket?

### i. Opgave 3 – retteark

#### Beregn trykket ved 75 % signal fra en tryk transmitter opgave 3

Beregn trykket ved 75 % signal fra en tryk transmitter (føler) med et udgangssignal på 0 - 20 mA og et måleområde fra 0 til 500 Pascal.

#### Forståelse af udgangssignal og måleområde

En tryk transmitter konverterer det målte tryk til et elektrisk signal, i dette tilfælde et strømudgangssignal mellem 0 og 20 mA. Måleområdet angiver det tryk, som transmitteren kan måle, fra 0 til 500 Pascal.

#### Udgangssignal i forhold til tryk

For at finde trykket ved et bestemt udgangssignal procent, kan vi bruge følgende formel:

- Formel:  $\text{Tryk} = ((\text{Signal \%} / 100) * (\text{Måleområde}))$

Beregn trykket ved 75 % signal

Først konverterer vi procentdelen til decimaler:

- Signal %: 75 %
- Decimal:  $75 / 100 = 0.75$

Derefter multiplicerer vi denne decimal med måleområdet:

- Måleområde: 500 Pascal
- Tryk:  $0.75 * 500 = 375$  Pascal

#### Konklusion

Trykket ved 75 % signal fra tryk transmitter med et måleområde fra 0 til 500 Pascal er 375 Pascal.

Støttet af



BØRNE- OG  
UNDERVISNINGS-  
MINISTERIET  
STYRELSEN FOR  
UNDERVISNING OG KVALITET