

Detta projekt förutsätter att eleverna har aktuell kunskap om programmeringsbegreppen från projektet Digital stämningssring. Titta annars tillbaka på det projektet för att få en översyn av begreppen. I detta projekt om bevattning utmanas eleverna att bygga och programmera ett smart bevattningssystem baserat på konceptet om feedback och kontrollslinga.

Systemet använder tre ingående moduler; en temperaturfuktighets-sensor (kallas här för DHT), en jordfuktsensor och en sensor för omgivande ljusnivå. Systemet har en enda utgång till en strömkontroll-enhet med en vattenpump ansluten. Ett program skrivs för att läsa alla fyra indataparametrar och logiskt jämföra dem med kritiska bärvärden för att avgöra när du ska stänga av och på vattenpumpen. Projektet presenteras i en rad små utmaningar som bygger på de kunskaper och färdigheter som krävs för den slutgiltiga, öppna utmaningen. Den sista utmaningen bygger också på elevernas förståelse för viktiga begrepp i biovetenskap som är relevanta för att optimera systemet och som eleverna slutligen utformar och förfinar.



[Digital humöring](#)

Bakgrund:

Identifiera problemet

Människor uppfann jordbruket för mer än 6 000 år sedan som ett sätt att producera mer mat än vad som kunde jagas och samlas in från omgivningen. Denna ökning av livsmedelstillgänglighet medförde en snabb befolkningsökning som var helt beroende av jordbruket för överlevnad. Idag kräver världens stora befolkning sofistikerade storskaliga jordbruk för att kunna utfodra alla. Men med de klimatförändringar som vi nu börjar se kan få allvarliga följder för livsmedelsproduktionen, dels naturligt orsakade men också av människan ekologiska katastrofer, såsom Dust Bowl i USA och Canada på 1930-talet, kan få allvarliga konsekvenser för den beroende populationen. Ett färskare exempel, berättat i tidskriften The Guardian* i april 2016, beskriver de förödande effekterna på den lokala befolkningen efter en svår torka i Zimbabwe. Vetenskap och teknik kan bidra till att optimera livsmedelsproduktionen och mildra effekterna av klimatförändringar och dåliga jordbruksmetoder.

Skapa en lösning

I detta projekt så utmanas eleverna att använda naturvetenskap och teknik för att designa och bygga ett system som utnyttjar en begränsad mängd vatten på ett "smart" sätt för att odla grödor. För att uppnå detta behöver de STEM-färdigheter och kunskap från biologi (speciellt ekologi), kemi, elektronik, logik och programmering. För att eleverna ska kunna slutföra projektet utmanas de att göra mindre omfattande uppgifter som ger den programmerings- och elektronikkunskap som krävs. Dessutom har läraren under projektet möjlighet att undervisa om naturvetenskapliga principer i en relevant och meningsfull miljö. Några av de följande principerna kan infogas i aktiviteten:

- Effekten av temperaturen på avdunstningshastigheten hos vatten? Ska vatten användas när det är varmt eller kallt?

- Hur påverkar jordarten perkolationen av vatten i marken? Bör vatten strömma kraftigt? Eller ska det komma mer långsamt och pulserande?
- Påverkar den relativa luftfuktigheten avdunstningshastigheten för vatten? Håller varm luft mer vatten än kall luft? Vad är relativ luftfuktighet? Ska vatten levereras när den relativa fuktigheten är hög eller låg?
- Hur påverkar markfuktnivån den hastighet som vatten kan absorberas? Vid vilken markfuktnivå bör vatten levereras till grödorna?
- Påverkar fotosyntetisk aktivitet upptaget av vatten? Bör växterna vattnas i dagsljus eller nattetid?

*[Länk till Guardian-artikeln ovan \(engelska\)](#)

Kommandon i detta projekt

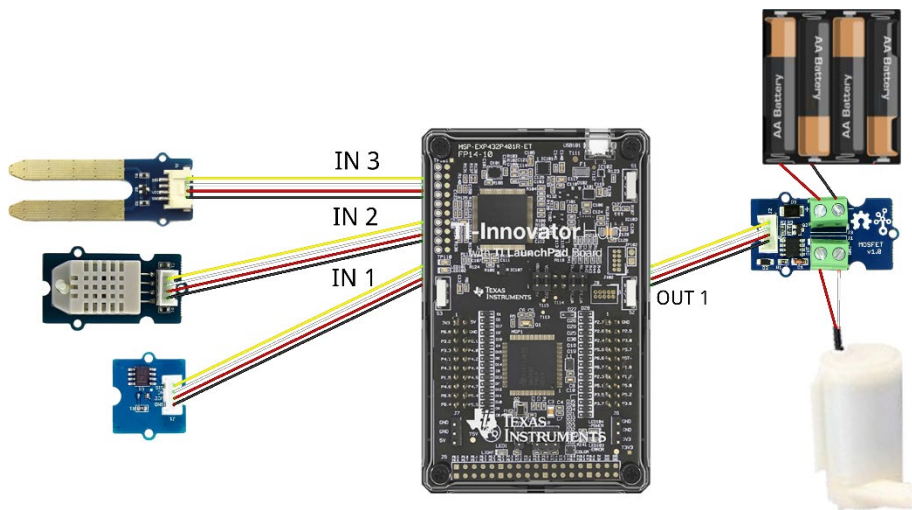
[Se TI-Innovator Technology eGuide för mer bakgrundsinformation](#)

Kommando	Exempel	Beskrivning
CONNECT <typ> <tal> TO <port>	Send "CONNECT LIGHTLEVEL 1 TO IN1"	Associerar det första LIGHTLEVEL-objektet med en ljussensor ansluten till port IN1 hos hubben.
SET <typ><tal> TO <värde>.	Send "SET ANALOG.OUT 1 TO 128"	Sätter på analog out1-objekt, som t.ex. en pump till en strömkontrollinställning på 128.
RANGE <typ> <tal> <minvärde> <maxvärde>	Send "RANGE LIGHTLEVEL 1 0 100"	Skalar de lästa uppmätta värdena från LIGHTLEVEL 1 returnerade i intervallet 0 till 100
READ <typ> <tal>	Send "READ MOISTURE 1"	Läser av en mätning från den första fuktsensorn.
Get <variabel>	Get m	Lagrar fuktmätningen i en variabel som heter m. Obs: Ett Get-kommando måste omedelbart följa på ett READ-kommando. Värdet som lagras kommer att innehålla mätningen från det närmast föregående READ-kommandot.
DispAt <rad #> , <"text"> , <variabelnamn>	DispAt 3, "Markfuktnivå = ", m	När variabeln m har värdet 26 visas följande rad på rad 3 på räknaren: Markfuktnivå = 26.
While <Booleskt uttryck> <satser> EndWhile	key:="" While key≠"esc" SEND "READ MOISTURE 1" Get m DispAt 3,"Markfuktnivå= ",m key:=getKey() EndWhile	Kommandona i While-loopen loopas tills Escape-tangenten trycks ned. While-loopen fortsätter så länge det logiska uttrycket key ≠ "esc" är sant. Variabeln key är initialt angiven som ett tomt värde så while-loopen kommer att exekveras minst en gång. getKey()-funktionen övervakar tangentbordet och returnerar en sträng med samma namn som den sist nedtryckta tangenten.
If <Booleskt uttryck 1> Then <sats 1> Elseif <Booleskt uttryck 2> Then <satser 2> Else <satser 3> EndIf	If t>=40 Then DispAt , "Det är Varmt" Elseif t>=25 and t<40 Then DispAt 3,"Det är Varmt" Else DispAt 3 "Det är Kallt" EndIf	Exemplet med beslutsträdet har två ömsesidigt uteslutande booleska uttryck och två motsvarande exekveringssatser. Det har också ett Else-villkor som utför motsvarande satser när inget av de två första villkoren är sanna. Detta sista Else-villkor säkerställer att en uppsättning satser alltid kommer att utföras. När det här beslutsträdet körs fortsätter fokus uppifrån och ned. Om det första booleska uttrycket är sant exekveras motsvarande satser och beslutsträdet avslutas omedelbart. I

		<p>exemplet: om t = 30 är det första uttrycket falskt och <satser 1> hoppas över, det andra uttrycket är sant och <satser 2> körs och trädet avslutas. Ytterligare Elself-satser får vid behov införas.</p>
<Booleskt uttryck 1> and <Booleskt uttryck 2>	<pre>If luftfuktighet>=50 and ljus<10 Then DispAt 3, "Pumpen är På" EndIf</pre>	"and"-operatörn jämför två separata Booleska uttryck samtidigt. När båda uttrycken är sanna är operationen sann.
<Booleskt uttryck 1> or <Booleskt uttryck 2>	<pre>If light<50 or markfukt<10 Then DispAt 3, "Pumpen är på" EndIf</pre>	"Or"-operatörn jämför två separata Booleska uttryck samtidigt. När något eller båda uttrycken är sanna är operationen sann.

Upplägg av projektet

Eleverna kan arbeta i grupper om två, tre eller fyra deltagare



Tillbehör

- TI-Innovator Hub och kabel
- TI Nspire handenhet
- Grove - Temperatur & fuktighetssensor (DHT)
- Grove – Jordfuktssensor
- Grove –Ljussensor
- Grove – MOSFET för strömkontrollmodul med 4xAA batterihållare
- 4 x AA batterier för att förse ström till pumpen (behövs)
- Vattenpump med plaströr
- Möjliga tillbehör för att bygga trädgårdsmodell:
 - Sugrör
 - Silvertejp (alltid användbart)
 - Behållare för växterna
 - Jord, perlit eller någon annan odlingsbas

Läroanvisningar för Utmaning 1:

Elevaktivitet

Ljusnivåsensorn är en enhet som har ett stort intervall för mätning av ljusintensiteten. Resultaten har inte ett linjärt samband med ljusintensiteten. Dessutom mäter sensorn inte med en viss enhet. I stället returnerar sensorn ett råvärde från 0 till 2^{14} . Det är praktiskt att använda kommandot RANGE för att skala utdata 0 - 2^{14} till 0 till 100.

- Sensorn kan anslutas till någon av ingångsportarna 1, 2 eller 3. Det är viktigt att porten som sensorn är ansluten till är densamma som den port som används i CONNECT-kommandot.
- Anslut sensorn enligt bilden ovan.
- Den omgivande ljusnivån är en viktig biologisk och ekologisk faktor som påverkar fototaxis, primär produktivitet, fotosyntetisk hastighet, och omgivningens uppvärmning
- Diskutera med eleverna hur den omgivande ljusnivån kan påverka när man ska vattna en planta.
- Använd de kommandobeskrivningar som beskrivs ovan för att granska användningen av en while-loop tillsammans med getKey () för att fortlöpande utföra en uppgift.
- Använd kommandobeskrivningarna ovan för att granska användningen av kommandot DispAt för att visa värden på skärmen.
- Diskutera med eleverna hur användningen av Wait-kommandot påverkar hastigheten som systemet övervakar ljusnivån.

Utmaning1: Skriv ett program som heter **C1** och som kontinuerligt mäter och visar den omgivande ljusnivån. Programmet bör:

1. Ansluta en ljusnivåsensor till IN 1.
2. Kalibrera ljusnivåavläsningen från 0 till 100.
3. Använd en while-slinga för att kontinuerligt läsa och visa ljusnivån varje halvsekund på handenhetens skärm.
4. Aktivera ESC-tangenten för att avsluta while-loopen och avsluta programmet.

Exempelprogram

```
Define SW_c1()=
Prgm
Send "CONNECT LIGHTLEVEL 1 TO IN 1 "
Send "RANGE LIGHTLEVEL 1 0 100"
key=" "
DispAt 8,"Tryck [esc]för att avsluta"
While key≠"esc"
  Send "READ LIGHTLEVEL 1"
  Get ljus
  DispAt 3,"Light Level = ",ljus
  Wait 0.5
  key=getKey()
EndWhile
EndPrgm
```

Lärarvägledning för Utmaning 2:

- I Utmaning 1 gavs alla nödvändiga steg i programmet till eleverna. I Utmaning 2 ska du hjälpa eleverna att analysera uppgiften och göra en lista över nödvändiga steg som behövs för att utföra uppgiften.
- Diskutera skillnaderna i kontrollstrukturen mellan Utmaning 1 och Utmaning 2. While-loopen ger möjlighet till obegränsad programkörning och For-loopen ger en begränsad programkörning.
- Jordfuktsensorn producerar en output från 0 till 2^{14} baserat på konduktiviteten (dielektrisk permittivitet) hos jorden och som beror på vattenhalten. Sensorns output är proportionell mot den volymetriska vattenhalten. Den är dock inte kalibrerad i en viss enhet eller procentsats. Liksom ljusnivåsensorn, är det lämpligt att använda funktionen RANGE för att skala sensorns output från 0 till 100.
- Sensorn kan anslutas till någon av ingångsportarna 1, 2 eller 3. Det är viktigt att porten som sensorn är ansluten till är densamma som den port som används i CONNECT-kommandot.
- Anslut sensorn enligt bilden på förra sidan.
- Diskutera olika typer av jordar; lera, sand och mylla och hur vatten interagerar med varje. Funktioner att överväga är graden av absorption, vattenkapacitet, packning, och avrinning.

Utmaning 2: Skriv ett program som heter **C2** och som mäter jordfuktighet varannan sekund, sammanlagt tjugo gånger. Programmet ska visa om jorden är torr eller fuktig baserat på sensorns avläsning.

Lera	Sand	Mylla
Suger in vatten sakta	Suger in vatten mycket snabbt	Suger in måttligt
Håller vatten mycket bra	Håller kvar vatten dåligt	Håller kvar vatten måttligt
Finkornig textur	Grovkornig textur	Blandad korntextur
Svår Erosion	Låg erosion	Låg erosion

- Diskutera de bästa förutsättningarna för växtvattning i jord. Ska jorden tillåtas torka ut mellan vattningar? Kräver olika växter kräver olika villkor?
- Som en förlängning, kan du bestämma värden för att indikera den relativa rangordningen av jordfuktighet. För att göra detta:
 1. Placera jorden i tre olika krukor märkta, torra, fuktiga och blötlagda.
 2. Tillsätt vatten till varje kruka till den märkta jordfuktigheten.
 3. Konsekvent sätta in fuktsensorstiften i halvvägs ner i jorden i krukorna märkt "torr" och kör sensorprogrammet och registrera det visade fuktvärdet.
 4. Upprepa detta för de andra två jordfuktighetsnivåerna.
 5. Använd de tre uppmätta värdena i ditt program för att rangordna jordens fuktighet i dina växter och bestäm sedan när växten ska vattnas.

Exempelprogram

```
Define SW_c2()=  
Prgm  
Send "CONNECT MOISTURE 1 TO IN 3"  
Send "RANGE MOISTURE 1 0 100"  
  
For n,1,20  
Send "READ MOISTURE 1"  
Get markfuktighet  
DispAt 3,"fuktnivå = ",markfuktighet  
If markfuktighet<10 Then  
DispAt 5,"jorden är torr"  
Else  
DispAt 5,"Jorden är fuktig."  
EndIf  
Wait 2  
EndFor  
EndPrgm
```

Lärvägledning för Utmaning 3:

Mängden vatten från marken som avdunstar i luften beror på omgivningstemperaturen och den relativa luftfuktigheten.

Vid en viss temperatur finns det en maximal mängd vatten som kan avdunsta och existera som vattenånga i luften. Man brukar här då tala om mätnads- eller ångtrycket för vattenångan i luften.

På en given dag luften kommer att innehålla en viss mängd vatten, detta är vatten ångtryck som illustreras av den mörkare blå volymen i bilderna 1, 2, 3, och 4 på nästa sida. Vattenångtrycket kan vara mindre än eller lika med det maximala mätnadsstrycket.

Utmaning 3: Skriv ett program som heter **C3** som ansluter den digitala temperatur- och luftfuktighetssensorn (DHT). Läs av 20 mätningar med två sekunders mellanrum och visa med ett lämpligt meddelande. Använd ett beslutsträd baserat på mätningar av temperatur och relativ luftfuktighet för att bestämma de nuvarande vattningsförhållanden som anges i grafen på sid 8. Visa ett lämpligt meddelande för vart och ett av de fyra fallen.

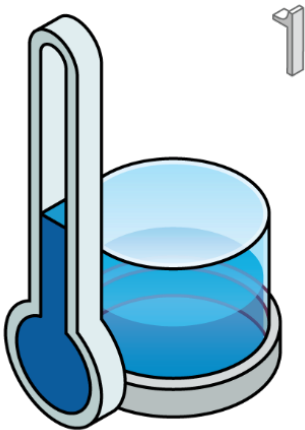
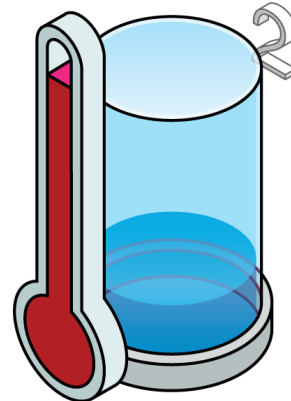


Bild 1 illustrerar när temperaturen är låg och den motsvarande maximala mängd vattenånga luften kan hålla (mättnadstryck) är också låg. Detta representeras av den lilla behållaren.



I **bild 2** är temperaturen hög och den maximala mängd vattenånga luften kan hålla är också hög. Detta visas av den större behållaren.

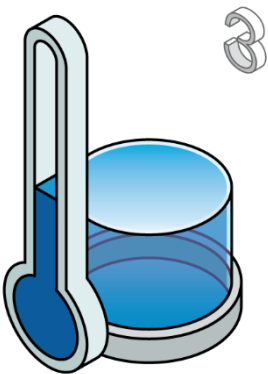
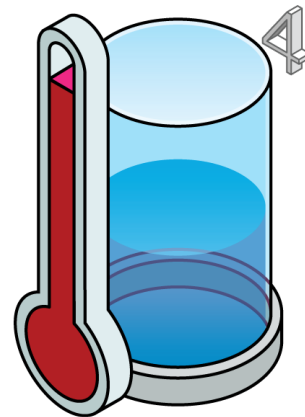


Bild 3 illustrerar en sval dag med mycket vatten i luften. Observera att behållaren är liten och vattnet i luften precis fyller sin behållare. Detta i kontrast till **bild 4** som illustrerar en varm dag med samma mängd vatten i luften som bild 3.

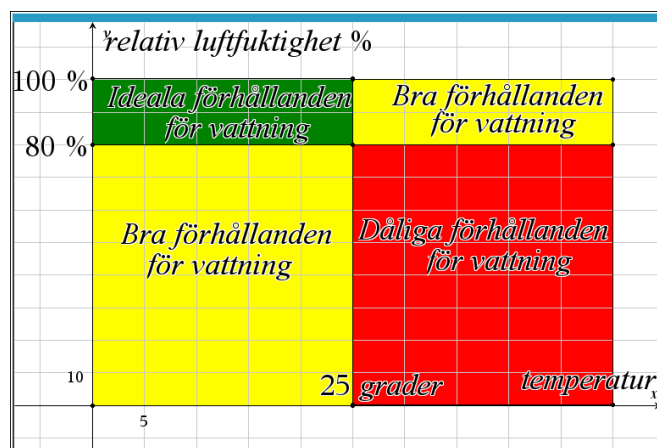


- Den relativa fuktigheten i bild 3 är 100% eftersom mängden ånga i luften är 100% av den maximala mängd luften kan hålla.
- Den relativa fuktigheten i bild 4 är 50% eftersom mängden ånga i luften är 50% av den maximala mängd vattenånga luften kan hålla
- Relativ luftfuktighet är den procentuella andelen av det uppmätta ångtrycket dividerat med det teoretiska mättnadstrycket. Den relativa luftfuktighet berättar inte hur mycket vatten det finns i luften, utan den procentuella andelen av den teoretiska maximala mängden vatten som finns i luften vid en viss temperatur.

- När relativ luftfuktighet är 100% och vatten avdunstar från marken, kommer vattenånga att kondensera tillbaka till vätskefasen och falla som regn och det blir ingen nettoöverföring av flytande vatten från mark till luft.

- Det finns många slutsatser som kan göras från fakta på förra sidan.

- En varm dag kommer mer vatten att avdunsta från marken för att producera en relativ luftfuktighet på 70% jämfört med en kall dag med 70% relativ luftfuktighet. Detta beror på att en varm dag är det större mättnadsstryck och mer vatten i luften behövs för att uppnå 70%.
- När den relativa luftfuktigheten är hög krävs mindre avdunstat vatten för att nå den maximala mättade ångdensiteten vid en given temperatur.
- För att minimera nettoöverföringen av flytande vatten på marken till vattenånga i luften (avdunstning) bör vattning ske när det är svalt och den relativa luftfuktigheten är hög.



- Hjälp eleverna att tolka diagrammet ovan och bestäm förutsättningarna för var och en av de fyra områdena. Använd dessa villkor för att konstruera ett If-Then-Elseif-Else-Endif beslutsträd i deras program.
 - När temperaturen är mindre än eller lika med 25 och den relativa luftfuktigheten är större än eller lika med 80, är det svalt och fuktigt och en idealisk tid att vattna (grönt område).
 - När temperaturen är större än 25 och relativa luftfuktigheten är större än eller lika med 80, är det varmt och fuktigt är det OK att vattna (gult område).
 - När temperaturen är mindre än eller lika med 25 och relativa luftfuktigheten är mindre än 80 är det svalt och torrt och det är OK att vattna (gult område).
 - När temperaturen är större än 25 och relativa luftfuktigheten är mindre än 80 är det varmt och torrt och en dålig tid att vattna (rött område).
- Anslut sensorn enligt bilden sid 4.
- Den DHT-sensorn kräver några sekunder för att "värma upp" och börja kommunicera med hubben. Under denna period rapporteras temperaturen vara absolut noll (-273°C). Programmet använder en While-loop för att kontinuerligt läsa DHT varannan sekund tills den rapporterar ett värde som är större än absoluta noll.

Exempelprogram på nästa sida


```
Define SW_c3()=  
Prgm  
Send "CONNECT DHT 1 TO IN 2 "  
  
temperatur:=-273  
  
DispAt 3,"DHT värmer upp!"  
While temperatur<-270  
  Send "READ DHT 1 TEMPERATURE"  
  Get temperatur  
  Wait 2  
EndWhile  
DispAt 3,"DHT är nu redo"  
  
For n,1,30  
  Send "READ DHT 1 TEMPERATURE"  
  Get temperatur  
  Send "READ DHT 1 HUMIDITY"  
  Get luftfuktighet  
  DispAt 4,"Prov nr =",n  
  DispAt 5,"Temperatur = ",temperatur,"°C"  
  DispAt 6,"Relativ fuktighet = ",luftfuktighet,"%"  
  If temperatur≤25 and luftfuktighet≥80 Then  
    DispAt 8,"Kallt och fuktigt. Bästa tid att vattna!"  
  Elseif temperatur>25 and luftfuktighet≥80 Then  
    DispAt 8,"Varmt och fuktigt. OK tid att vattna"  
  Elseif temperatur≤25 and luftfuktighet<80 Then  
    DispAt 8,"Kallt och torrt. OK tid att vattna"  
  Else  
    DispAt 8,"Varmt och torrt. Dålig tid att vattna."  
  EndIf  
  Wait 2  
EndFor  
EndPrgm
```

Lärarvägledning Utmaning 4:

- Den här utmaningen kan hoppas över om det inte finns tillräckligt med tid för att slutföra projektet. Det är dock ett stort steg mot det slutliga projektet.
- Programmet använder det mesta av koden från de tre föregående utmaningarna.
- Alla sensorer måste anslutas som de var i de tidigare utmaningarna.
- Använd en while-loop med Escape-tangenten som en utgång.
- Detta program kan ändras för den sista utmaningen genom att lägga till nästa utmaning och kontroll-logik.

Exempelprogram på nästa sida.

Utmaning 4: Skriv ett program som heter **C4** och använder en while-loop för att kontinuerligt mäta och visa en instrumentpanel med alla sensorernas avläsningar. Användaren ska kunna stoppa övervakningen genom att trycka på Esc-tangenten.

Exempelprogram

```
Define SW_c4()=
Prgm
Send "CONNECT LIGHTLEVEL 1 TO IN1 "
Send "RANGE LIGHTLEVEL 1 0 100"
Send "CONNECT DHT 1 TO IN2 "
Send "CONNECT MOISTURE 1 TO IN3"
Send "RANGE MOISTURE 1 0 100"

key:=" "

DispAt 3,"DHT värmer upp!"
temperatur:=-273
While temperatur<-270
  Send "READ DHT 1 TEMPERATURE"
  Get temperatur
  Wait 2
EndWhile
DispAt 3,"DHT är nu redo"
DispAt 8,"Tryck [esc] för att avsluta"

While key≠"esc"
  Send "READ LIGHTLEVEL 1"
  Get ljus
  Send "READ MOISTURE 1"
  Get markfuktighet
  Send "READ DHT 1 TEMPERATURE"
  Get temperatur
  Send "READ DHT 1 HUMIDITY"
  Get luftfuktighet

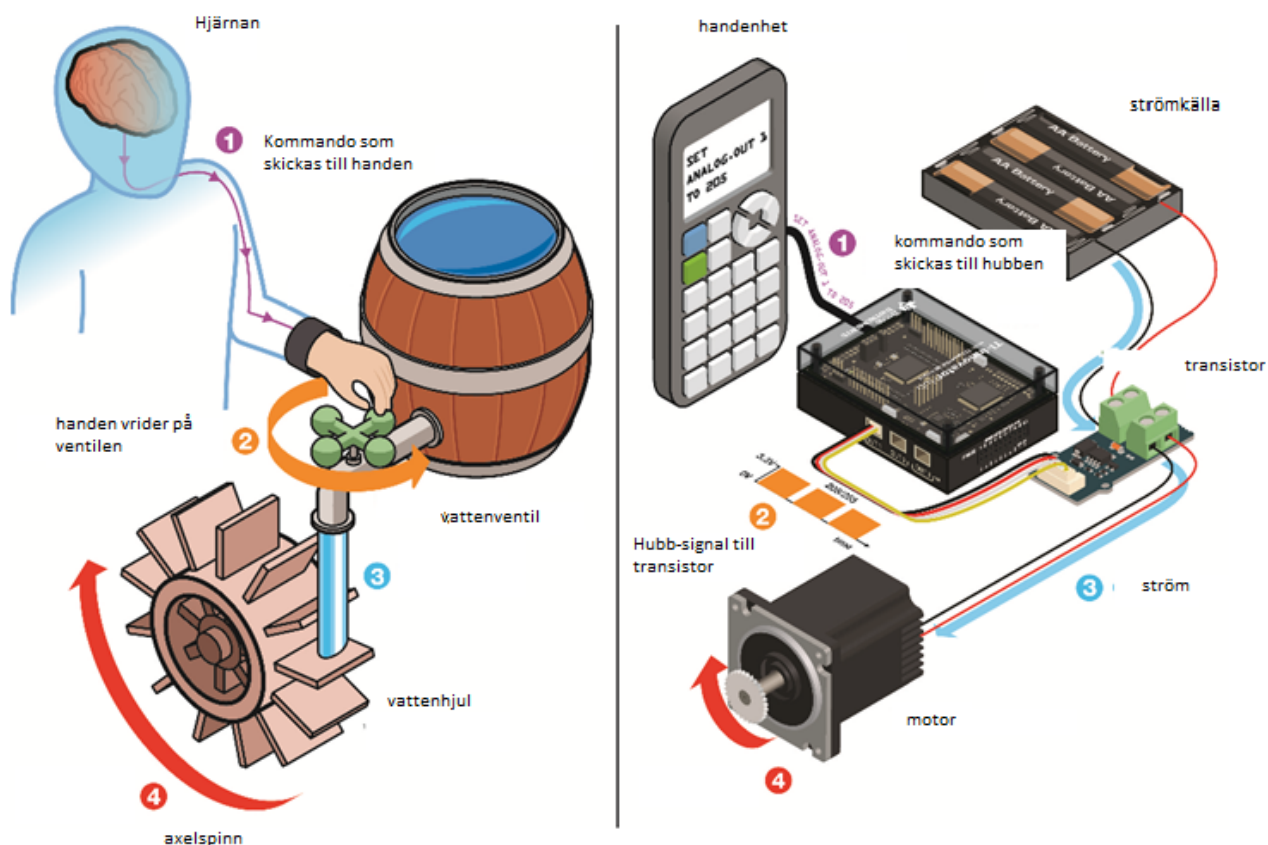
  DispAt 2,"Ljusnivå = ",ljus
  DispAt 3,"Markfuktighetl = ",markfuktighet
  DispAt 4,"Temperatur = ",temperatur,"°C"
  DispAt 5,"Relativ fuktighet = ",luftfuktighet,"%"

  key:=getKey()
  Wait 2
EndWhile
EndPrgm
```

Lärarvägledning Utmaning 5

Hubben kan styra hur mycket ström som levereras till den dränkbara pumpen med hjälp av strömmodulen med ett anslutet batteripaket. Kraftmodulen har en speciell typ av transistor som kallas MOSFET monterad på enheten. Illustrationen nedan gör en analogi mellan El flödet i en krets och vattenflödet genom ett system för att hjälpa eleverna att bättre förstå hur en transistor fungerar i en elektrisk krets.

Utmaning 5: Skriv ett program som heter **C5** för att ansluta pumpens strömmodul och kör pumpen i 20 sekunder. Var noga med att stänga av pumpen. Försök att ställa in pumpens effekt på olika värden. Försök att uppskatta pumpens flödes hastighet i ml/sekund.



- När TI-BASIC-kommandot "SET. Analog. OUT 1 till 205 "skickas till hubben, skapar hubben en styrsignal på utporten. Precis som steg 1 i analogin till vänster ovan: hjärnan skickar ett kommando till handen.
- När en strömmodul är ansluten till hubbens OUT-port, skickas den styrsignalen till transistorn. Denna signal gör att transistorn att justera mängden el som kommer att flöda genom den. Det är som steg 2 av vår vattenanalogi: denna signal kan ses som handen som vrider kranen.
- När transistorn slås på flödar mer ström genom den och in i motorn. Det är som steg 3 av analogin: när kranen öppnas strömmar mer vatten på vattenhjulet.
- När mer elektrisk ström strömmar genom motorn, levereras större effekt till axeln som då snurrar fortare. Som i steg 4 i analogin: större vattenflöde på paddlarna hos vattenhjulet gör att hjulet snurrar fortare.

- I denna utmaning används strömmodulen för att styra pumpen. En pump är bara en motor med ett pumphjul och hölje fäst vid dess skaft.
- Obs: kraftmodulen behöver bara ställas in en gång. Det behåller den nuvarande inställningen tills ett nytt kommando skickas till modulen eller tills strömmen tas bort från hubben. Var noga med att ställa modulen av "SET ANALOG. 1 till 0" innan programmet avslutas. Om ditt program inte gör detta, kommer pumpen fortsätta att köras även efter att programmet har slutat.

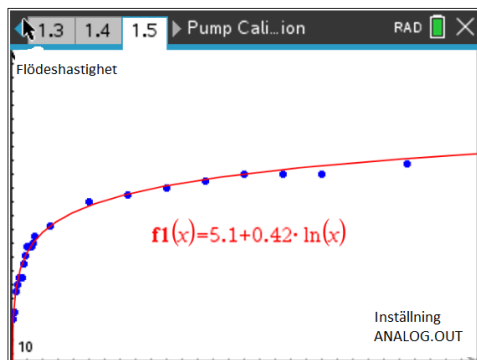
Exempelprogram:

```
Define SW_c5()=  
Prgm  
Send "CONNECT ANALOG.OUT 1 TO OUT 1"  
Send "SET ANALOG.OUT 1 255"  
Wait 10  
Send "SET ANALOG.OUT 1 0"  
EndPrgm
```

- När eleverna förstår hur man styr vattenpumpen så diskutera hur överdriven vattning kan leda till vattenavrinning, markpackning, och urlakning av näringsämnen.
- Diskutera med eleverna det bästa flödet av vattning och om vattning bör ske med blöta-i perioder.
- Som en utvidgning kan eleverna beräkna flödes hastigheten hos pumpen. För att göra detta, stoppa ner pumpslangen i en tom graderad cylinder och fyll cylindern under en uppmätt tid. Använd vattenvolymen och tid för att beräkna flödes hastigheten. Utmana eleverna att komma på hur man genom en ändring av ANALOG. OUT-värdet ändrar flödes hastigheten.

Exempel utvidgningsprogram

```
Define pumpkalibrering()=  
Prgm  
Send "CONNECT ANALOG.OUT 1 TO OUT 1"  
For n,0,10  
  Request "Pumphastighet",hastighet  
  Send "SET ANALOG.OUT 1 eval(hastighet) TIME 10"  
  Wait 10  
EndFor  
Send "SET ANALOG.OUT 1 0"  
EndPrgm
```



Lärarvägledning för den slutliga utmaningen:

- Diskutera med eleverna begreppet optimering och hur det uttrycks i logiken i programmet.
- Låt eleverna för varje sensor överväga de villkor som lämpar sig för vattning. Dessa värden kallas sensorernas börvärden. Till exempel kan ett börvärde för temperatur vara 25°C och att vattning endast bör ske när den uppmätta temperaturen är mindre än börvärdet.

Slutlig utmaning: Skriv ett program som använder alla sensorer i de tidigare utmaningarna.

Kontinuerligt övervaka ljusnivån, markens fuktighet, temperatur och luftfuktighet och visa det aktuella värdet på displayen.

Använd nu dina kunskaper i ekologi, biologi och geovetenskap för att avgöra vilka de bästa förutsättningarna är för att vattna din trädgård. När villkoret är korrekt så ställ in pumpen så att den leverera vatten i en takt som är bäst för din trädgård.

Testa ditt system med dessa villkor:

- ljusnivå < 20
- markfuktighet < 10
- temperatur < 25
- luftfuktighet > 80

När dessa villkor är sanna, ställ in pumpen på 255. När förhållandena är falska, ställ in pumpen på noll.

Sensor	Sensor börvärde	Villkor börvärde	Villkorsuttryck
Ljusnivå	20	<	ljus<20
Lufttemperatur	25	<	temperatur<25
Luftfuktighet	80	>	luftfuktighet>80
Jordfuktighet	10	<	markfuktighet<10

- När de fyra villkorsuttrycken bestämda i tabellen ovan använder du de logiska operationerna AND och OR för att länka sedan samman dessa uttryck tillsammans för att evalueras av en enda If-Then-Endif-sats.
- När AND används måste båda villkorsuttrycken vara sanna (TRUE) för att satsen ska vara sant (TRUE).
- För att till exempel konstruera en sats som kräver att temperaturen är mindre än det fastställda börvärdet på 25°C och relativa luftfuktigheten är större än börvärdet på 80%:

```
If temperatur <25 and luftfuktighet>80 Then
  Send "SET ANALOG.OUT 1 255"
Endif
```

- Denna sats säkerställer att pumpen kommer att slå på maximal flödes hastighet endast när temperaturen är låg och fuktigheten är hög.
- När eller används måste antingen eller båda villkorsuttrycken vara sanna för att instruktionen eller uttrycket ska vara TRUE.
- För att till exempel konstruera en sats som kräver att ljuset är mindre än börvärdet på 20 eller att markfuktigheten är mindre än börvärdet på 10 till vatten.

```
If ljus <20 or markfuktighet <10 Then
```

```
Send "SET ANALOG.OUT 1 255"
```

```
Endif
```

- Pumpen slås på när det antingen är mörkt eller jorden är torr. Observera att pumpen också kommer att slås på när det är mörkt och fuktigheten är låg.
- Det kan vara svårt för en elev att överväga fyra villkorsuttryck samtidigt. Det kan vara bäst att börja med bara ett villkor och sedan lägga till ett ytterligare villkor med en logisk operation. När en elev har lyckats med det villkorsuttrycket det lättare att lägga till ytterligare villkor tills alla fyra används.
- Pumpkontrollsatsen i exemplet nedan gör följande:
 - 1) kör pumpen under alla miljöförhållanden om marken är mycket torr, markfuktmätning mindre än 10 eller
 - 2) kör pumpen när miljöförhållandena är bra för vattning om marken är måttligt torr, markfuktmätning mindre än 60. Pumpen kommer inte att köras under några miljöförhållanden om marken är våt. Obs: experimentera genom att göra markfuktmätningar med din jord för att avgöra om 10 och 60 är bra värden för din trädgårdsmiljö.

```
If ljus<20 and temperatur<25 and luftfuktighet>80 and markfuktighet<60 or markfuktighet<10
```

```
Then
```

```
DispAt 6,"BRA TID ATT VATTNA"
```

```
Else
```

```
DispAt 6,"DÅLIG TID ATT VATTNA"
```

```
Endif
```

Exempelprogram:

```
Define smart_irrigation()=
```

```
Prgm
```

```
Send "CONNECT LIGHTLEVEL 1 TO IN1"
```

```
Send "RANGE LIGHTLEVEL 1 0 100"
```

```
Send "CONNECT MOISTURE 1 TO IN3"
```

```
Send "RANGE MOISTURE 1 0 100"
```

```
Send "CONNECT DHT 1 TO IN2"
```

```
Send "CONNECT ANALOG.OUT 1 TO OUT1"
```

```
key:=" "
```

```
DispAt 3,"DHT värmer upp!"
```

```
temperatur:=−273
```

```
While temperatur<−270
```

```
Send "READ DHT 1 TEMPERATURE"
```

```
Get temperatur
```

```
Wait 2
```

```
EndWhile
```

```
DispAt 3,"DHT är nu redo"
```

```
While key≠"esc"
```

```
Send "READ LIGHTLEVEL 1"
```

```
Get ljus
Send "READ MOISTURE 1"
Get markfuktighet
Send "READ DHT 1 TEMPERATURE"
Get temperatur
Send "READ DHT 1 HUMIDITY"
Get luftfuktighet

DispAt 2,"Ljusnivå = ",ljus
DispAt 3,"markfuktighet = ",markfuktighet
DispAt 4,"Temperatur = ",temperatur,"°C"
DispAt 5,"Relativ luftfuktighet = ",luftfuktighet,"%"
```

If ljus<20 and temperatur<25 and luftfuktighet>80 and markfuktighet<60 or markfuktighet<10
Then
 DispAt 6,"BRA TID ATT VATTNA"
 Send "SET ANALOG.OUT 1 255"
Else
 DispAt 6,"DÅLIG TID ATT VATTNA"
 Send "SET ANALOG.OUT 1 0"
EndIf

```
key:=getKey()
Wait 1
EndWhile
Send "SET ANALOG.OUT 1 0"
EndPrgm
```