

Figur 1. En tryck-sensorn med cylindrisk öppning.

# Trycksensorn mäter vätskenivån i vardagliga ting

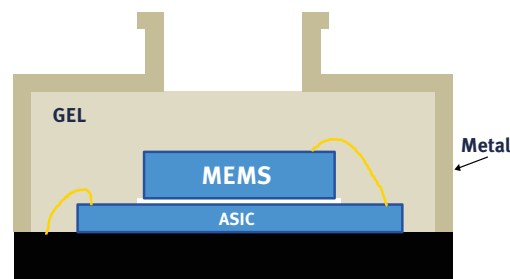


Några enkla experiment visar vägen



## Av Wen Lin, ST Microelectronics

Wen Lin arbetar med marknadsföring av mems-produkter på ST Microelectronics, inom gruppen Analog, Mems och Sensors. Han började på företaget 1995, först med styrenheter för bland annat hårddiskar. Sedan 2003 har han arbetat med mems-tillämpningar, exempelvis för mobiltelefoner, spel och pekdon, baserade på olika operativsystem. Wen Lin har en masterutbildning inom elektronik, och genom åren har han beviljats flera patent inom mems- och HDD-tillämpningar.



Figur 2. Den cylindriska öppningen sätter sensorelementet i kontakt med vatten.

**K**apslingar som är vattentäta har öppnat ett nytt område för trycksensorer. Det märks tydligt inom olika typer av wearables, som exempelvis klockor och träningsband.

I träningsklockor mäter tryckgivaren barometertrycket för att sedan beräkna höjdändringen. Informationen används för att övervaka träning, och ge positiva återkoppling till användaren – men det är inte enbart wearables som kan dra nytta av tekniken, utan även exempelvis en tvättmaskin.

ST Microelectronics släppte nyligen den vattentåliga trycksensorn LPS33HW. Den

ger 24-bit data ut och har mycket hög upplösning. Den känner av tryck från 260 mBar till 1260 mBar. Likaså har den en 16-bitars temperatursensor inbyggd.

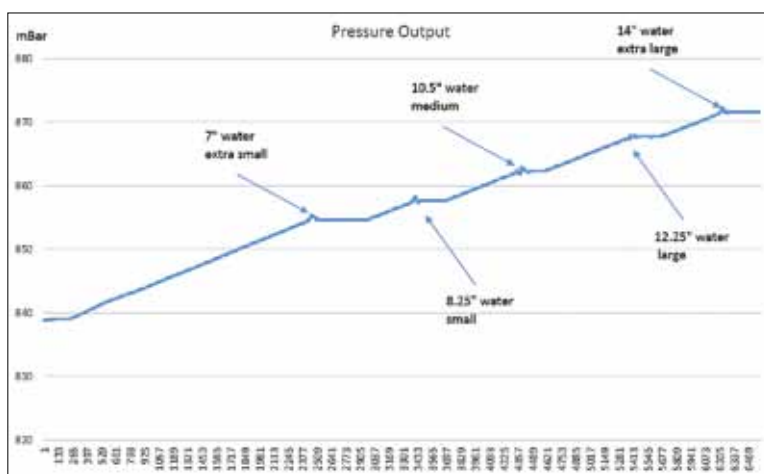
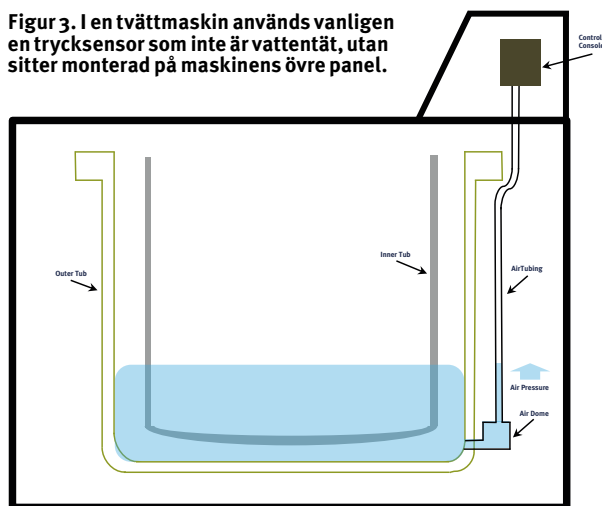
Trycksensorn kommer kaplad i en CCLGA 10L/1, som är 3,3 x 3,3 mm och dessutom har en 1,6 mm cylindrisk öppning som sätter avkänningselementet i kontakt med vatten (figur 1 och 2). Den kan hålla trycket 10 atmosfär (atm) i vatten och 20 atm i luft.

I en tvättmaskin används vanligen en trycksensor som inte är vattentät för att mäta vattennivån. Sensorn ansluts till en luftkupa genom en flexibel slang (figur 3).

När vattennivån stiger, ökar lufttrycket i kupolen. Trycket övervakas av sensorn som vanligtvis är monterad på tvättmaskinens övre panel.

**OM EN VATTENTÄT TRYCKSENSOR** används kan den istället monteras inuti luftkuppen. Metoden ger två fördelar jämfört med dagens. För det första sänker den kostnaden då slangen kan ersättas av ett SPI/I2C-gränssnitt. För det andra undviker man problem med en slang som åldras, böjs eller blockeras, vilket minskar eventuella kostnader för reparationer eller byte av delar.

Figur 3. I en tvättmaskin används vanligen en trycksensor som inte är vattentät, utan sitter monterad på maskinens övre panel.



Figur 4. Diagrammet visar att lyfttrycket ändras när vattennivån stiger.

En trycksensor är monterad på botten av en bägare som rymmer över sju liter. Sensorn är här direkt utsatt för vattnet.

Vi har utfört flera experiment för att visa på potentialen hos den vattentäta trycksensorn i denna tillämpning. För att testa sensorns känslighet när vattennivån mäts använde vi ST:s utvärderingskort STEVAL-MK1109V2 med en vattentålig trycksensor ombord. Sensorn var ansluten via en luftslang, som i sin tur var placerad i det inre tvättmaskinsröret.

Tvättmaskinen i testet hade fem vattennivåer: mycket låg, låg, medium, hög och mycket hög. I diagrammet (figur 4) som visar resultatet av experimentet syns det tydligt att lufttrycket ändras när vattennivån stiger. Förändringen i tryck är direkt kopplad till vattennivån. Experimentet verifierade att sensorn är tillräckligt känslig för att kunna avgöra förändringen hos vattennivån.

Det andra experimentet testade om

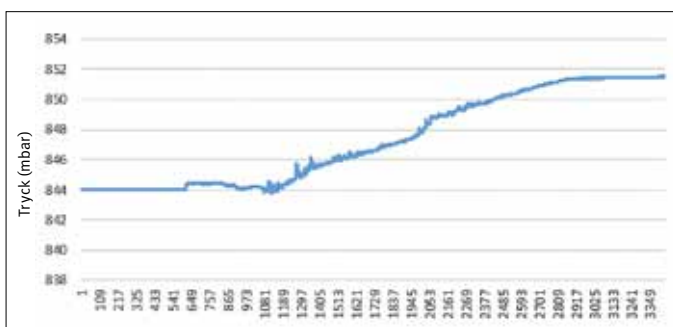
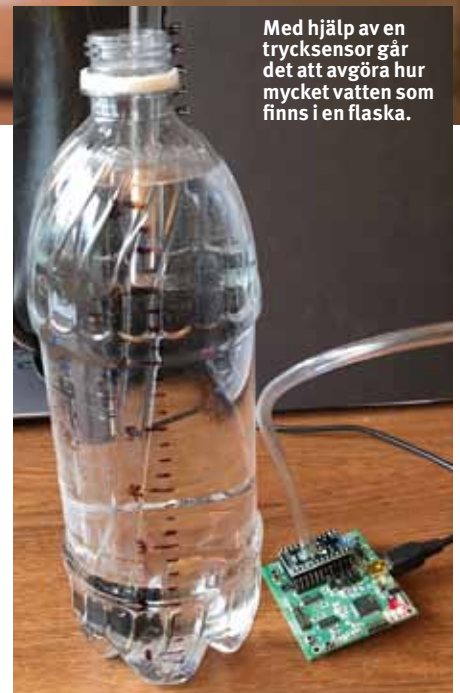
sensorn kan mäta vattennivån då vattnet flödar. Återigen används ett utvärderingskort från ST, men denna gången var sensorn monterad på botten av en stor bägare (250 fl oz, ca 7,3 liter) där den var direkt utsatt för vattnet (se ovan).

Resultatet visas i figur 5. Det är tydligt att sensorn noggrant följer vattennivån i bägaren: trycket ökar i takt med att vattennivån stiger.

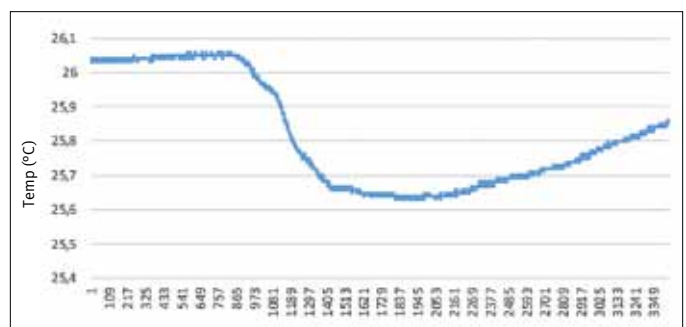
**I DET FÖREGÅENDE EXPERIMENTET** demonstrerades också temperaturavkänning. Här använde vi en vattentemperatur som höll sig mellan 25,6 °C och 26,1 °C.

En viktig funktion hos en tvättmaskin är just att kunna känna av och styra vattentemperaturen. Vintertid kan vattnet som pumpas in i tvättmaskinen vara under 15 °C.

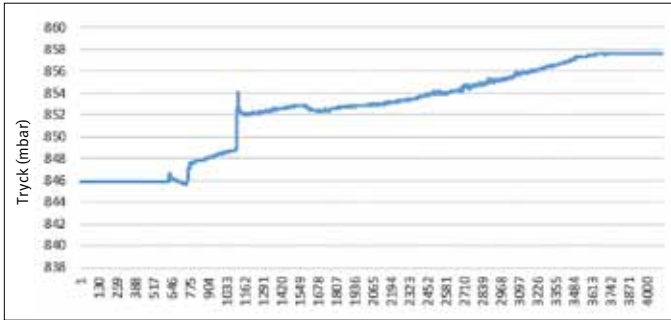
Med hjälp av en trycksensor går det att avgöra hur mycket vatten som finns i en flaska.



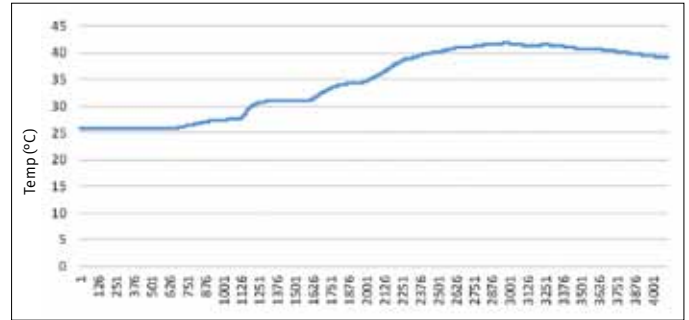
Figur 5a. Trycksensorn indikerar att vattenmängden i bägaren ökar.



Figur 5b. I experimentet hölls temperaturer mellan 25,6 °C och 26,1 °C.



Figur 6a. Från tom till vattenfylld maskin. I början stänker vattnet.



Figur 6b. Sensorn kan styra temperaturen. I detta fall till 40°C.

Då måste sensorn kunna reglera temperaturen till önskat värde så att tvättmedlet kan lösa sig och kläderna blir rena. I ett experiment med en vattentemperatur på 40°C mätte sensorn temperaturen korrekt (figur 6). Sensorn kan både övervaka och styra temperaturen under tvättcyklerna, allt för att säkerställa att tvätten blir ren.

**EN TRYCKSENSOR SOM TÅL VATTEN** och har en inbyggd temperatursensor kan vara användbar i ett antal tillämpningar. Vi frågade oss exempelvis om den kan ge svar på frågor som: Hur mycket vatten drack jag idag? Kan mina mobilapp eller mitt träningsband påminna mig om att dricka mer?

I ett experiment användes en flaska (20 fl oz, ca 591 ml) fylld med vatten. Även denna gång använde vi ett utvärderingskort från

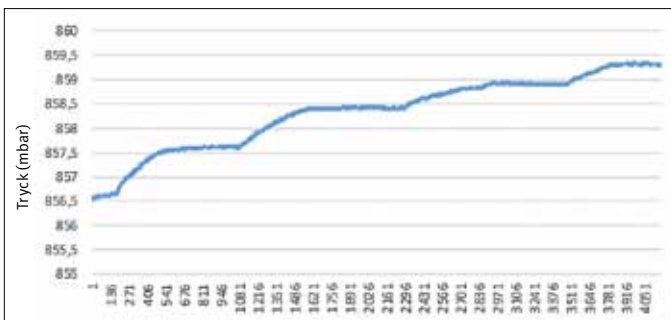
ST med en trycksensor. Ett lufrör anslöts till sensorn.

När lufrörets spets stoppades in i flaskan blev det tydligt att tryckförändringen indikerar hur djupt spetsen förs ner i den vattenfyllda flaskan. Så svaret är alltså – ja, det går att avgöra hur mycket vatten som finns i flaskan och påminna dig om att dricka mer. Lösningen är att montera sensor på flaskans botten, där den kan känna av vattennivån.

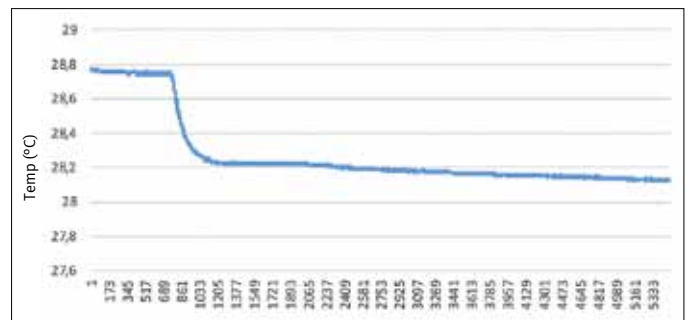
Men tillämpningen är inte begränsad till vatten. I ett experiment användes istället flytande tvättmedel och en mätbägare (250 fl oz, cirka 7,3 liter) med en ansluten sensor. Tvättmedlet hölldes i den stora bägaren. En kort paus på några sekunder gjordes vid nivåerna 100, 150 och 200 fl oz (cirka 3,0, 4,4 och 5,9 liter). Resultatet syns tydligt i figur 7.

Experimenten som presenterats här visar lovande resultat för hur en absolut trycksensor kan användas för att mäta nivån hos vatten, men också andra vätskor. Samtidigt visar de bara grunderna. Det återstår självklart tekniska utmaningar som denna artikel inte tar upp. Det handlar exempelvis om hur man upprättar en basavläsning när vätska börjar fyllas på, hur man hanterar den potentiella risken att sensorns cylindriska öppning täpps igen, liksom mätnoggrannhet och temperatureffekter.

**HUR SOM HELST**, den vattentäta trycksensorn visar definitivt att den kan känna av och mäta olika nivåer. Dessutom adderar den inbyggda temperatursensorn ett mer värde, samtidigt som den minskar den totala systemkostnaden. ■



Figur 7a. Tvättmedel fylls på med korta pauser vid 3,0, 4,4 och 5,9 liter.



Figur 7b. När vätskemängden ökar minskar temperaturen en aning.