

# Lilla mems stora avtryck

*Medicinska instrument mäter acceleration och tryck med memssensorer.*



**Av Mark Patrick, Mouser Electronics**

Mark Patrick fick jobb på Mouser Electronics i juli 2014 efter tidigare roller på RS Components som senior inom marknadsföring. Innan dess ägnade han åtta år på Texas Instruments åt tillämpnings-support och som teknisk säljare. Han läste till elektronikingenjör, first class honors, på Coventry University.

**M**ikroelektromekaniska system (mems) har redan funnits med oss i några decennier. Men tekniken är fortfarande långtifrån att nå sin fulla potential, menar många. Möjligheten att integrera elektriska kretsar och mekaniska strukturer på ett gemensamt substrat i mikroskala – det är bland annat vad som möjliggör de flesta wearables, och så är den en förutsättning för många viktiga funktioner i smart-telefoner.

Mems har en stor påverkan inom bioteknik, där den ger forskare möjlighet att söka efter, lokalisera och påverka biologiska och kemiska ämnen i kroppen och dess komplexa delsystem. Utvecklingen kommer med största säkerhet att leda till nya sätt att identifiera och förebygga sjukdomar och funktionsnedsättningar. Exempelvis undersöker forskare om memsteknik kan användas i nervproteser i projekt som kan ge blinda synen åter, eller till att delvis återställa rörligheten hos funktionshindrade. Mems kan alltså ge effekter som alldeles uppenbart kan höja vår livskvalitet.

Mems är redan en disruptiv teknik i medicinsektorn inom diagnostik och vård, och används mycket framgångsrikt i tryckgiva-

re. Idag kan memsbaserade tryck-sensorer som kommunicerar via radio implanteras i kroppen, och ge en värdefull inblick i tillståndet hos organ och artärer. Där har framsteg inom inkapsling av mems spelat en viktig roll.

På utsidan av kroppen har memstryckgivarens litenhet och diskreta formfaktor inneburit att den kan användas för att minska storleken på instrument och göra dem mer bärbara, medan den relativt låga kostnaden kan komma att bli en faktor som möjliggör engångssensorer. Tillämpningar är bland annat att mäta blodtryck och andning hos patienter på sjukhus och ambulanser. Den har också hittat banbrytande tillämpningar i dialysmaskiner och infusionspumpar.

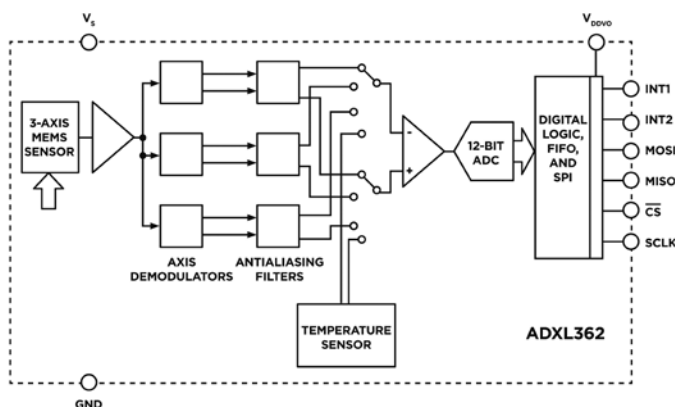
Förekomsten av memströghets-sensorer i konsumentprodukter har påverkat hur vårdpersonal hanterar patienter som riskerar fallskador. Övervakning av patientens rörelsemönster kan ge vårdgivaren tidiga varningssignaler om att de kan behöva uppföljning. Samma idé används vid behandling av skolios – att mäta hur ofta och hur hårt patienten bär sin korsett, i ett försök att övervinna hinder som kan stå i vägen för framgångsrik behandling.



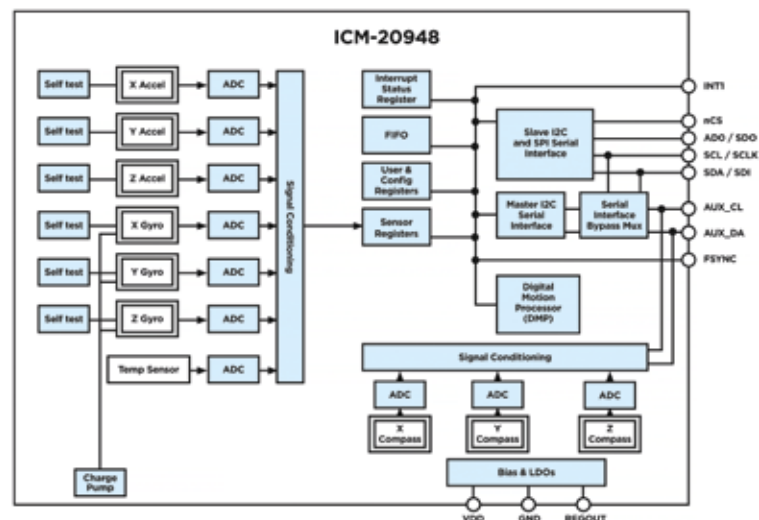
## Känner kroppars rörelse

Eftersom mems tillverkas med samma teknik som används vid konventionell halvlederproduktion har vissa tillverkare av integrerade produkter ett bra läge för att även ta fram och producera mems-sensorer. I en presentation med titeln "Ultra Low Power Implantable Inertial MEMS Sensors" på konferensen Medical MEMS and Sensors (Santa Clara, november 2017) berättade doktor Mark da Silva, Engineering Manager of High Performance Sensors på Analog Devices, om hur vissa halvledartillverkare rör sig i denna riktning. Implanterbara memströghets-sensorer kan användas för att övervaka extremiteters rörelse i realtid, och snarlika sensorer implanterade i ryggen kan användas för ryggradsstimulering som smärtbehandling.

Memsaccelerometrar med extremt låg effekt, till exempel ADX362-serien från Analog Devices, går redan att få tag på och används i ett lång rad tillämpningar, inklusive hörapparater och egenvård. Denna treaxliga accelerometer kan mäta både dynamisk och statisk acceleration (för att detektera stötar, till exempel). Den förbrukar bara 10 nA i viloläge och så lite som 270 nA



Figur 1: ADXL362 från Analog Devices är en ultrasnät treaxlig accelerometer idealisk för tillämpningar inom hälsovård.



Figur 3: Ett blockschema över ICS-20948 – en nioaxlig memsbaserad multichipmodul för rörelse-spårning.

# i hälso- och sjukvård

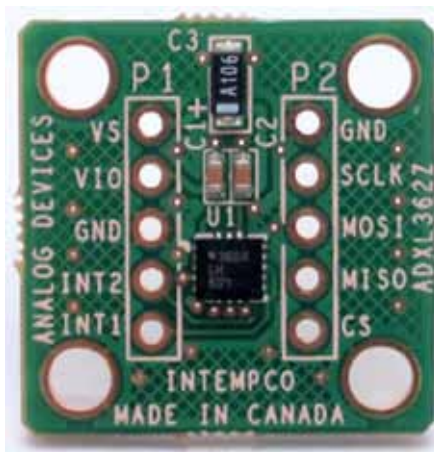
det det läge där den kan aktiveras av rörelse. Eftersom den till skillnad från andra memssensorer inte undersamlar, används sensorns fulla bandbredd i både 8 och 12 bitars upplösning på utgången. Denna kan vara så låg som 1 mg/LSB vid ett intervall på  $\pm 2g$ . Sensorfamiljen har en brusnivå på 500  $\mu g/VHz$  som kan reduceras ytterligare till 175  $\mu g/VHz$  i lågbrusläge. Som synes i figur 1 innehåller ADXL362 dessutom antialiasingfilter och temperatursensor såväl som AD-omvandlare, SPI-gränssnitt och digital logik.

Funktionerna i ADXL362 kan utvärderas i den Arduino-kompatibla skölden EVAL-ADXL362-ARDZ, vars LCD-skärm rapporterar lutning och temperatur från sensorn. Skölden är kompatibel med Analog Devices utvecklingskort EVAL-ADICUP360, som har både Arduino- och Pmod-gränssnitt.

ICM-20948 från TDK InvenSense tar sensorintegration till en ny nivå med en nioaxliga rörelsespårningsenhet som integrerar ett treaxligt gyroskop, treaxlig accelerometer och treaxlig magnetometer med digital rörelseprocessor i en flerkretsmodul som mäter bara  $3 \times 3 \times 1$  mm. Varje sensor har ett självtestläge medan en integrerad rörelseprocessor hanterar kalibrering såväl som algoritmer för rörelsebearbetning, vilket minskar arbetsbelastningen på värdeprocessor.

## Känner trycket

Som nämnts ovan är medicinteknik ett av de största tillämpningsområdena för memstryckgivare. De kan användas i ventilatorer för att övervaka andningsfrekvens, i dialysutrustning för flödesreglering genom att mäta inlopps- och utloppsblod-



Figur 2: EVAL-ADXL362-ARDZ.

tryck, och till och med vid ögonkirurgi. Memstryckgivare kan användas i läkemedelsinfusionspumpar och för att detektera syre, koldioxid, kalcium, kalium och glukos i blod. De fyller också en viktig funktion i de CPAP-anordningar (Continuous Positive Airway Pressure) som används vid behandling av sömnapné och vid NPWT (Negative Pressure Wound Therapy) som används för sårbehandling.

Icke-invasiv blodtrycksövervakning används för att mäta systoliskt och diastoliskt blodtryck. Den klassiska mätmetoden är välbekant för oss alla – den uppblåsbara manschetten. Provtagaren pumpar upp trycket på armen tills artären är blockerad och blodet slutar strömma. Trycket sänks sedan tills det når det så kallade systoliska trycket – då blodet börjar flöda. Detta detekteras normalt via ljudet. När manschettens tryck sänkts vidare till det så kall-

ade diastoliska trycket kan provtagaren inte längre höra blodets flöde i artären. Med hjälp av memsbaserade sensorer kan icke-invasiv blodtrycksövervakning i stor utsträckning automatiseras, och det är en av de största volymtillämpningarna för memstryckgivare. Silicon Microstructures är ledande inom konstruktion och tillverkning av memstryckgivare och SM4421 är ett bra exempel på en tryckgivare som används i denna tillämpning. Kretsen är förpackad i en SOIC-16-kapsel och innehåller utöver memssensorelementet en signalkonditionerings-asic. Avläsningen levereras via en 14-bitars temperaturkompenserad I2C-anslutning. Komponenten finns tre konfigurationer: gauge, differential och asymmetric och de olika modellerna i SM4x21-serien fungerar över ett tryckområde mellan 2,5 och 14,9 PSI. De kan användas inom en rad olika medicinska tillämpningar.

## Har en framtid i läkemedel

Mems har potentialen att förändra många vårdaspekter i grunden. Konceptet lab-on-a-chip kommer att användas för att ge snabb och billig diagnos på avlägsna platser och i utvecklingsländer. Samma teknik som används för att tillverka mems används också för att utveckla nanoteknik. Områdena är nära besläktade vilket betyder att den vetenskapliga utvecklingen av mikrofluidik kommer att ska i fusion med mikroelektronik, samtidigt som införandet av nya material, som kolnanorör och grafen, kommer att höja användbarhetspotentialen ytterligare. ■