

## Rf-, sensor- och beräkningstekniker för implantat blir snabbt allt mindre, smartare och energisnålare



### Av Rich Miron, Digi-Key

**Rich Miron** arbetar på Digi-Key i Thief River Falls, Minnesota och har titeln Technical Content Engineer. Tidigare har han arbetat på Bettis Atomic Power Laboratory utanför Pittsburgh, Pennsylvania, som Senior Engineer. Där var hans huvuduppgift att upprätthålla handböcker för reaktorsystem i den amerikanska marinens kärnkraftsdrivna fartyg samt undersökning och felsökning av instrumentering och styrsystem.

**Piezoelektrisk energiskördare som kan drivas av ett hjärta, utvecklad av forskare vid University of Michigan.**

# Kroppen skapar energin

**P**å senare tid har rejäla framsteg gjorts inom området energisnål ultraminiaturiserad elektronik – inklusive rf-kretsar och trådlösa sensorer. Det har i sin tur skapat ett stort intresse för energiskördning för medicinska implantat. Om det går att ta bort batteriet helt, eller förlänga batteritiden avsevärt, blir det möjligt att tillverka implantat som är mindre, mer praktiska, mer tillförlitliga och som dessutom har längre livslängd.

Pacemakrar drivna med piezoelektrisk energi som skördats från hjärtslagen går numera att göra. Ett europeiskt konsortium av forskare, under ledning av CEA-Leti i Frankrike, utvecklar en energisnål pacemaker som drivs av energi som alstras av patientens hjärtslag. Eftersom inget batteri används behöver enheten inte bytas ut regelbundet, samtidigt som den blir mindre.

**TEAMET SIKTAR PÅ** att minska storleken till under 1 cm<sup>3</sup>, vilket skulle göra det möjligt att implantera den direkt på epikardium. Konsortiet utreder både piezoelektriska och elektrostatiska (elektret) metoder för omvandlingsprocessen från mekanisk till elektrisk energi. Till en början förväntas metoderna kunna ge en uteffekt på omkring 10 µW.

I USA testar forskare från Department of Aerospace Engineering vid University of Michigan en enhet som skördar piezoelektrisk energi och som utnyttjar hjärtslagen för att driva en pacemaker. Enheten är omkring hälften så stor som de batterier som idag brukar användas i pacemakrar. Forsök har visat att enheten kan generera ungefär 10 µW, vilket är åtta till tio gånger mer än vad som krävs för en modern pacemaker.

Cochleaimplantat som rapporterats vara effektivare än traditionella hörhjälpmedel

har funnits i några år. Normalt består de av en intern och en extern sektion, där mikrofonen, ljudprocessorn och batteriet finns i den externa enheten. Batteriet är fortfarande en begränsande faktor, speciellt som processorerna blir allt kraftfullare och beräkningarna alltmer komplexa.

**FORSKNING PÅGÅR FÖR ATT** få mer integrerade enheter. Forskare vid University of Utah har t.ex. demonstrerat ett Proof of Concept i form av implantat av mikrofonen i mellan-

**”Ett europeiskt konsortium av forskare utvecklar en energisnål pacemaker som drivs av energi som alstras av patientens hjärtslag”**

örat. De hävdar att detta delvis kan eliminera behovet av ett yttre hörhjälpmedel, men batteriet måste fortfarande laddas under natten med en laddare bakom örat.

På andra ställen har forskare undersökt möjligheten att konvertera kemisk energi i innerörat för att driva cochleaimplantat. Ett forskarlag lett av en grupp från Massachusetts Institute of Technology (MIT) arbetar med att utnyttja innerörats biologiska batteri, som finns i cochlea.

Spänningen är dock än så länge för låg för att kunna driva dagens kretsar, trots att de är energisnåla. Det återstår också att lösa hur laddningen som skapats ska lagras, liksom hur effekthanteringskretsarna skall utformas. Men när dessa problem

lösts kan enheten göras självförsörjande, hävdar forskarna.

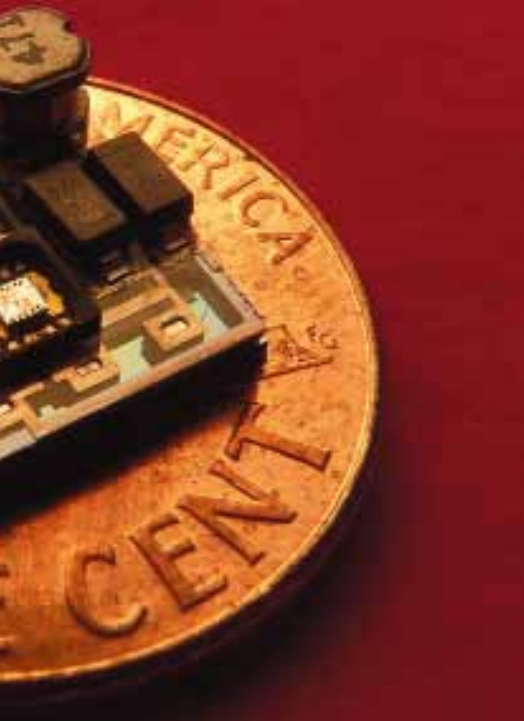
Ingenjörer vid MIT utvecklar också glykosbaserade bränsleceller för att driva neuroimplantat. Bränslecellen fungerar genom att den drar ut elektroner ur glykosmolekyler och alstrar på så vis en svag elektrisk ström. Bränslecellen kan integreras tillsammans med den mycket energisnåla kiselkretsen för att på så sätt skapa en helt självförsörjande enheter, till exempel ett hjärnimplantat. Sådana implantat har utvecklats för att hjälpa personer som har ryggmärgsskador eller har drabbats av en stroke.

Framsteg inom neuromodulation har lett fram till implantat som påverkar nervsystemet för att kontrollera smärta, och de kan också hjälpa till att eliminera skakningar hos patienter med Parkinson.

Sväljbara elektroniska enheter som utnyttjar energiskördning och/eller små halvledarbatterier kan utföra ett antal olika uppgifter. Miniaturkameran Pillcam, som har storleken av en stor vitaminkapsel, kan användas som ett endoskop för att ge en bild av matsmältningssystemet. Kameran upptäcker avvikelser när den passerar förbi, varvid den besparar patienten en långvarig och obehaglig procedur.

**LOKAL LÄKEMEDELSBEHANDLING** av vissa cancervarianter är ett annat viktigt användningsområde för sväljbara implantat. Möjligheten att styra en aktiv enhet till en exakt plats, i syfte att minimera mängden läkemedel och undvika att skada närliggande celler, visar sig ge ytterst effektiva resultat.

Att ta tillvara kroppsvärmen för att driva elektronisk är en uppenbar kandidat för energiskördning. För medicinska implantat är utmaningen att alstra energi internt.



Kameran Pillcam som sväljs av patienten har utvecklats av Given Imaging.

# till medicinska implantat

Chipbaserade termoelektriska generatorer (TEG) förutspås kunna appliceras under huden eller i huvudet för att utnyttja den lilla temperaturskillnaden som uppstår.

Rf-teknik kan också användas för att driva implantat. Radio- eller elektromagnetiska signaler som sänds till en liten spole kan producera tillräckligt mycket ström för aktivera en liten enhet. Pågående forskning förutspår att små enheter kan injiceras direkt i blodet, där kan de sedan med hjälp av ett externt magnetfält förflyttas till en viss plats för att utföra specifika uppgifter.

**MEASUREMENT SPECIALITIES** tillverkar piezoelektriska filmsensorer till en mängd medicinska tillämpningar. Kundenpassade komponenter tillverkas i ISO13485-certifierade fabriker för att uppfylla de medicinska kraven. Sensorer för mätning av tryck, kraft, temperatur, fuktighet och position konstrueras in i en mängd utrustningar för patientövervakning och behandling.

LDT-028K Piezoelectric Film Transducer är en enhet för vibrationsavkänning med många användningsområden. Det piezoelektriska filmelementet producerar en elektrisk utsignal när en kraft anbringas på den avkännande ytan. Via ett trådpar anslutet till sensorn kan signalen övervakas och bearbetas.

Ett utvecklingspaket finns tillgängligt som demonstrerar hur dessa enheter kan användas – liksom andra sensorer från Measurement Specialities – för experimenterande och utveckling av olika medicinska och icke-medicinska tillämpningar.

**I VISSA TILLÄMPNINGAR** är alternativet att använda energiskördning tillsammans med någon form av återuppladdningsbar energilagring. Det tunnfilmsbaserade halvledarbatteriet EnerChip från Cymbet Corporation tillverkas på en kiselwafer med hjälp av halvlederprocesser. Det betyder att det omonterade batteriet kan integreras och kapslas tillsammans med konventionella kretsar för att spara både utrymme och kostnad. I denna form är dessa batterier upp till etthundra gånger mindre än icke uppladdningsbara knappceller, och de varar tre gånger längre.

Kapslade batterier, som är tio gånger mindre än knappceller, finns också med eler utan laddningsstyrning och effekthanteringsfunktioner. CBC050-M8C är till exempel specificerat för 50µA vid 3,8V, vilket gör batteriet till en idealisk inbyggd kraftkälla för kretsar och smarta sensorer med mycket låg effektförbrukning. Det kan återuppladdas tusentals gånger och även anslutas till olika former av energiskördning.

Batterierna EnerChip är biokompatibla med implanterbara enheter. För experiment med dessa batterier finns utvärderingspaketet CBC-EVAL-05B, komplett med ett urval av batterier som kan anslutas på många olika sätt. Ett universellt utvärderingspaket för energiskördning, CBC-EVAL-09, kan ta emot ström från piezoelektriska, TEG-baserade och elektromagnetiska energikällor och använder EnerChip-batterier.

**EXTREMT ENERGISNÅLA** rf-transceivrar är avgörande för att sensorer baserade på energiskördning ska kunna kommunicera. Ett exempel är Texas Instruments lågenergi rf-transceiver CC1101 med frekvens under 1 GHz. Primärt är den avsedd för ISM- och SRD-frekvensbanden (Industrial, Scientific and Medical resp. Short Range Device). Men den kan programmeras förfrekvenser mellan 400 och 406 MHz, normalt allokerade för kommunikation mellan implanterade enheter och extern utrustning.

Rf-transceivern är integrerad med ett konfigurerbart basbandsmodem. I ett typiskt system används CC1101 tillsammans med en extremt effektsnål MCU, som TI:s MSP430. För ultralågeffektstillämpningar med batterier och energiskördning kan den användas tillsammans med stepdown-omvandlaren TPS62730 med bypass. ■