



Välj rätt – maximera

Att välja det bästa batteriet för en bärbar medicinteknisk enhet är lika viktigt som att välja lämplig processor, krets för trådlös anslutning och flashminne. Ett dåligt val av strömkälla kan försämra prestandan betydligt hos en i övrigt välkonstruerad produkt.

Eftersom spänningen i alla typer av batterier varierar med parametrar som laddning, belastning och temperatur, krävs reglering för att garantera en tillförlitlig konstant spänning till lasten.

Artikeln ger en kort översikt över de typer av batterikemi som är lämpliga för medicintekniska produkter. Därefter introduceras alternativ för spänningsreglering från Analog Devices och en praktisk tillämpning visar hur de används.

Förstå batteriers egenskaper

Följande parametrar påverkar valet av batteri i en medicinsk produkt:

- Krav på ett primärt eller sekundärt (laddningsbart) batteri
- Batteriets storlek, spänning, inre resistans, kapacitet och specifik energi
- Batteriers elektrokemi
- Tillämpliga bestämmelser

Primära batterier har en lägre självurladdningsström än sekundära celler. Det gör dem bättre lämpade för system med längre tid mellan användningstillfällena. Nackdelen är att cellen måste bytas ut och kasseras när den är urladdad.

Sekundära batterier är bättre lämpade i tillämpningar med relativt hög strömförbrukning. De är i allmänhet dyrare än primära celler, och systemkomplexiteten ökar till följd av behovet av att införliva laddningskretsar.

Systemets mått bidrar till att fastställa begränsningarna för batteriets fysiska storlek, medan den önskade batteritiden och systemets genomsnittliga strömuttag bidrar till att fastställa den erforderliga kapaciteten. Högre specifik energi (kilojoule per kilogram, kJ/kg) ger ett lättare batteri för en given energilagring.

Ett batteris inre resistans ger effektförluster. Batteriets elektrokemi, höljets konstruk-



Av Rolf Horn, Digikey

Rolf Horn är applikationsingenjör på Digikey. Han har arbetat i den europeiska supportgruppen sedan 2014 med huvudansvar för att besvara utvecklings- och teknikrelaterade frågor från kunder, samt att skriva och korrekturläsa tyska artiklar och bloggar på Digikeys TechForum och maker.io-plattformar.

tionsmaterial och batteriets mått påverkar denna resistans. Kompakta batterier tenderar dessutom att ha en högre inre resistans än större batterier. Litiumbatterier har i allmänhet lägre inre resistans än alkaliska batterier, vilket gör dem lämpliga i tillämpningar med hög strömförbrukning på grund av den effektförlust det medför. Vid drift varierar batteriets inre resistans beroende på bland annat urladdningshastighet och -djup, temperatur och batteriets ålder.

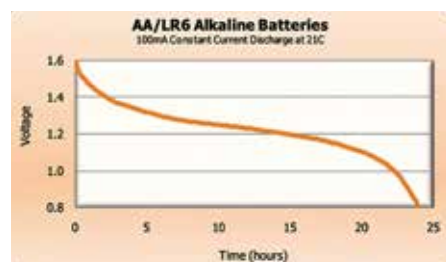
Ett batteris nominella utspänning bestäms av dess elektrokemi. Ett alkaliskt batteri av nickel-zink (NiZn) har exempelvis en nominell spänning på 1,5V och en specifik energi på 720 kJ/kg (eller 200Wh/kg). Ett primärt batteri av litium och manganoxid (LMO) har en nominell spänning på 3V och en specifik energi på 1008 kJ/kg (280 Wh/kg).

Batterier av zink-luft och silveroxid (Ag₂O) är andra vanliga elektrokemier. Batterier av zink-luft består av en zinkanod, en separator av elektrolytisk pasta och en katod av omgivande luft. Denna typ levereras vanligen i form av en knappcell. Tack vare att katoden inte är av metall är batteriet av zink-luft lätt och förhållandevis billigt. Det har en relativt flack urladdningskurva och en nominell utspänning på 1,4V.

Ag₂O-batterier kombinerar en katod av silver och en anod av zink. De har en nominell utspänning som liknar alkaliska batterier på 1,55V, men tenderar att levereras med högre kapacitet och flackare urladdningskurva. Batterierna är i allmänhet säkrare och har längre livslängd än litiumbatterier med en liknande urladdningskurva.

Tabell 1 sammanfattar de olika typerna av primärbatterier.

Batterispänningen sjunker vid urladdning. Figur 1 visar utspänningen från ett



Figur 1. Diagrammet visar hur batterispänningen sjunker när energin förbrukas. Exemplet visar utspänningen från ett alkaliskt AA-batteri med en konstant strömbelastning på 100 mA.

alkaliskt AA-batteri med en konstant strömbelastning på 100 mA. Reglering krävs för att garantera att batteriet eller batterierna kan leverera en eller flera konstanta stabila spänningar till systemets komponenter.

Batterier för medicintekniska system omfattas av standarder som till exempel ANSI/AAMI ES 60601-1. Genom att samarbeta med en respekterad leverantör kan konstruktörer garantera att de batterier man väljer kommer att uppfylla de lagstadgade kraven.

Alternativ för DC/DC-omvandling

Spänningsregleringen anpassar det valda batteriets utspänning för olika krav på systemets inspänning. Ett batteri på 3V kan till exempel förväntas leverera 2V till en krets och 1,1V till en annan. Reglering kan även användas för att bibehålla en tillförlitlig konstant spänning när batterispänningen sjunker vid urladdning.

Det finns två huvudkategorier av kommersiella DC/DC-omvandlare för spänningsreglering: den linjära LDO-regulatorn (låg spänningsfall) och switchregulatorn. LDO:er är enklare men tenderar att vara mindre effektiva och kan bara nedtransformera batterispänningen. En LDO blir dock mer effektiv när skillnaden mellan in- och utspänning minskar (effektiviteten är proportionell mot V_{OUT}/V_{IN}). Andra fördelar med LDO:er är att de är kompakta, har lägre pris och saknar det brus som uppstår vid spänningsvariationer i switchade regulatorer.

Switchade spänningsregulator har i allmänhet högre verkningsgrad; vissa typer kan transformera upp (boost) och transformera ned (buck) batterispänningen. Nack-

Primär battericell	Minimum spänning	Nominell spänning	Maximum spänning	Specifik energi
Alkaliska	1,10	1,50	1,65	200 Wh/kg
Zink Luft	0,90	1,40	1,68	400 Wh/kg
Li Mangan	2,00	3,00	3,40	280 Wh/kg
Li-disulfid	0,90	1,50	1,80	300 Wh/kg
Ag-oxid	1,20	1,55	1,85	130 Wh/kg

Tabell 1. Här visas de lägsta, nominella och högsta spänningarna samt den specifika energin för olika batteriers elektrokemi.

KÄLLA: ANALOG DEVICES

batteriernas liv

delarna med switchade switchad spänningsregulator är komplicerade konstruktioner, risk för elektromagnetiska störningar (EMI), kostnader och ett större utrymmesbehov på kretskortet.

Ett exempel på en switchande buckregulator med hög verkningsgrad för medicintekniska tillämpningar är MAX38640AENT+ från Analog Devices. Enheten arbetar med en inspänning på 1,8 till 5,5V och har en utspänning på mellan 0,7 och 3,3V. Regulatorn har stöd för belastningsströmmar på 175, 350 eller 700mA med en högsta verkningsgrad på 96 procent. Den har även en verkningsgrad på 88 procent vid belastningsströmmar ned till 10 μ A (figur 2). Kretsen levereras i en kompakt WLP-kapsling med 6 stift och måtten 1,42x0,89 mm, eller i en μ DFN-kapsling med 6 stift och måtten 2x2 mm.

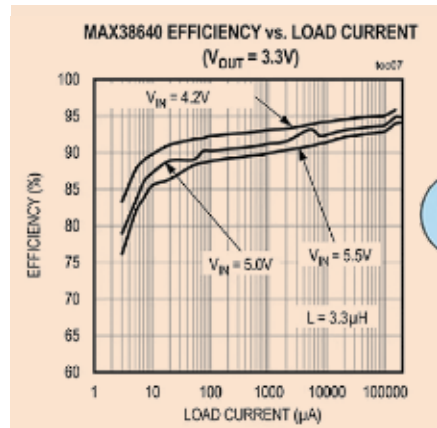
Batteridriven tillämpning

Ett elektrokardiogram (EKG) på bröstet med en önskad drifttid på fem dagar är ett bra tillämpningsexempel. Plåstret är ett engångsplåstret med ett batteri som inte kan bytas ut. Den har anslutning via Bluetooth Low Energy (LE) för trådlös överföring av EKG-data.

Plåstret är baserat på den analoga frontenden MAX30001 och microcontrollern MAX32655. Den har även en temperaturgivare MAX30208 och en accelerometer ADXL367B.

Eftersom tillämpningen är ett engångsplåstret måste batteriet vara billigt, helt förseglat, litet och ha låg vikt. Dessa krav gör att myntceller är ett bra val av format.

Slutsystemets kommunikation via Bluetooth LE och de olika driftlägena för MAX32655 MCU kräver höga strömmar, vilket gör LMO och Ag₂O till lämpliga batterikemier. LMO har en nominell utspänning



Figur 2. MAX38640 uppvisar en god verkningsgrad i ett stort lastströmsområde, vilket bidrar till att förlänga batteritiden i medicintekniska system.

KÄLLA: ANALOG DEVICES

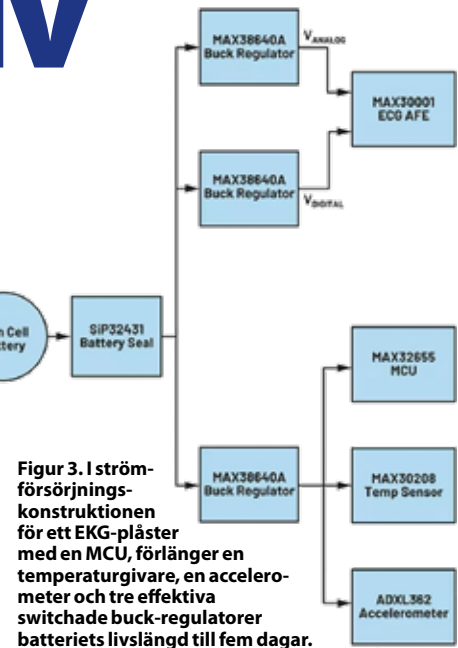
på 3V och en specifik energi som är dubbelt så hög som Ag₂O. LMO finns i det praktiska knappcellsformatet CR2032 med en kapacitet på upp till 235 mAh. Ag₂O har en nominell utspänning på 1,55V, och det största tillgängliga formatet för knappceller är batteriet SR44W med en kapacitet på 200 mAh.

Lastprofilen för EKG-bröstplåstret uppskattas till cirka 45mAh per dag: 45x5 dagar = 225mAh. Detta ligger precis inom LMO-batteriets kapacitet på 235mAh men över kapaciteten för Ag₂O-cellen på 200mAh. LMO-batteriet är därför det bästa valet för den här medicintekniska tillämpningen.

Utformning av regulatorkretsen

För spänningsreglering kan konstruktören använda LMO-batteriets nominella utspänning på 3V som inspänning för de tre switchade buck-regulatorerna MAX38640.

Två av dessa regulatorer kan strömförsörja de analoga och digitala ingångarna på MAX30001. De kräver båda en spänning på



Figur 3. I strömförsörjningskonstruktionen för ett EKG-plåstret med en MCU, förlänger en temperaturgivare, en accelerometer och tre effektiva switchade buck-regulatorer batteriets livslängd till fem dagar.

mellan 1,1 och 2V och en strömstyrka som ligger väl inom regulatorns kapacitet.

Ytterligare en regulator, MAX38640, försörjer MCU, temperaturgivare och accelerometer. MCU:n kräver en inspänning på minst 2V, temperaturgivaren kräver minst 1,7V och accelerometern kräver minst 1,1V. Strömförbrukningen för alla de tre enheterna ligger väl inom regulatorns kapacitet. Figur 3 visar en schematisk bild av strömförsörjningen som förlänger batteriets livslängd till fem dagar.

Sammanfattning

Flera faktorer påverkar valet av batteri i medicintekniska produkter. För att maximera batteriets livslängd och se till att känsliga kretsar får en stabil och brusfri spänningsmatning måste batteriutgången regleras med antingen LDO:er eller switchade omvandlare. Det finns många kommersiella moduler tillgängliga i respektive kategori och valet är främst en avvägning mellan effektivitet, kostnad och konstruktionens komplexitet. ■