

# Så får du energieffektiva

Av Noel O’Riordan  
och Tommy Mullane,  
S3 Semi



**Noel O’Riordan** är senior konstruktör på S3, med över 20 års erfarenhet av att konstruera blandsignalkretsar. Han arbetade för Italtel innan han började på S3 år 1996.

**Tommy Mullane** är senior systemarkitekt på S3. Han har forskat på optoelektronik. Från år 2000 till 2014 arbetade han på det Dublinbaserade uppstarts företaget Intune Networks med nästa generations optiska kommunikationssystem.

*Tips för dig som vill att batteriet ska räcka i tio år*

När du konstruerar sensornoder för industriella tillämpningar, industrial internet of things (IIoT), är risken stor att de måste klara sig på ett batteri. Med tanke på det stora antal sensornoder som kommer att behövas, och att de ofta hamnar på avlägsna platser, är det inte möjligt att byta batteriet särskilt ofta. Din produkt måste därför vara extremt energieffektiv, vilket ställer krav på alla delar i systemet.

Utmaningen är att varje energirelaterat beslut med stor säkerhet påverkar andra delar av konstruktionen. Det finns också andra, mindre uppenbara saker som kan påverka hur länge batteriet räcker. Ett exempel är radiosändaren där vi vet att just sändning brukar konsumera mycket energi. Trots detta kan det kan vara mottagaren eller effektförbrukningen i sovläget som tömmer batteriet. Vi förklarar strax varför.

Den goda nyheten är att om man som konstruktör följer ett antal grundläggande principer så går det att åstadkomma en energioptimerad produkt.

För det första blir det billigare, spar utrymme och är mer energieffektivt att använda en asic än att använda flera kretsar eller multichipmoduler. En asic minskar antalet effekthungriga in- och utgångar som behövs i en kretskortsbaserad lösning.

För det andra måste man förstå hur arbetscykeln påverkar produktens livslängd. Varje mikrojoule som konsumeras har betydelse när man siktar på riktigt långa livslängder. Samtidigt är det sällan möjligt att konstruera en produkt som bara drar några mikrowatt när den är aktiv. Istället måste man planera så att arbetscykeln blir så kort som möjligt.

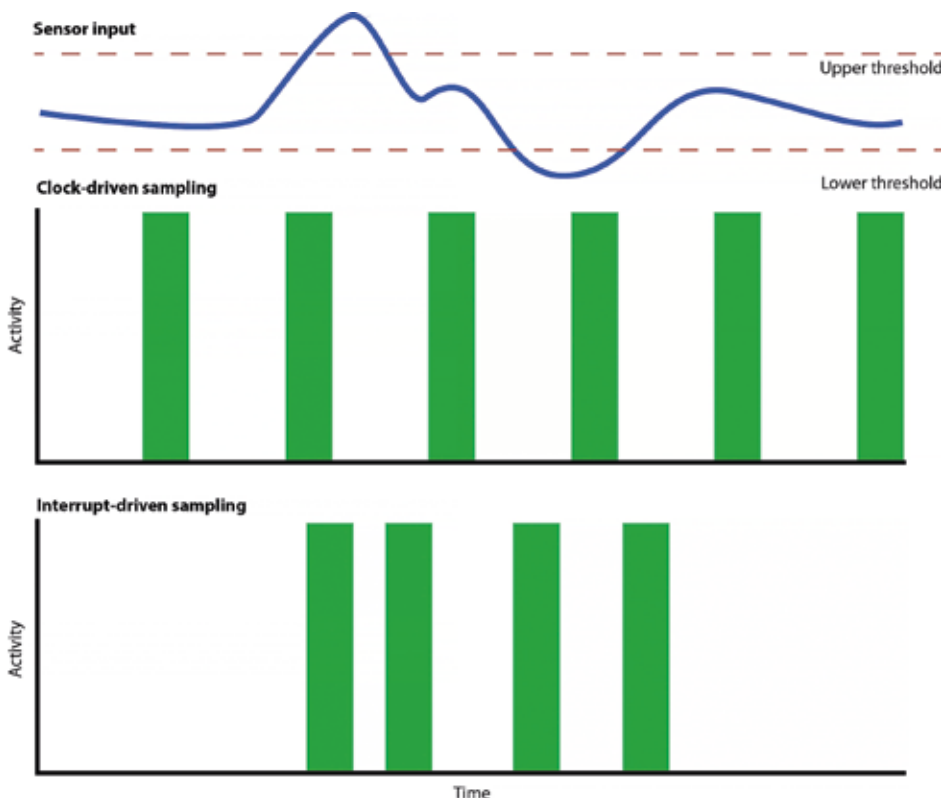
**LÅT OSS TITTA PÅ RF-DELARNA**, som tillhör de mest effektslukande komponenterna i systemet. Att ta reda på hur mycket sändaren drar är enkelt, det är bara att stänga av den så fort data har levererats. Men mottagaren kan fortsätta vara aktiv, kanske på grund av osäkerhet i tidssynkroniseringen. Den kan vänta på en bekräftelse på att data kommit fram eller lyssnar efter inkommande data. Även om mottagaren använder mindre effekt än sändaren per tidsenhet, kan den totalt sett förbruka mer energi.

För att maximera effektiviteten gäller det att ha så mycket som möjligt av hårdvaran i viloläge tills det att rf-delen upptäcker en aktivitet. Det går också att korta tiden som mottagaren är aktiv även om det gör enheten mindre responsiv för inkommande meddelanden.

**DET ÄR DESSUTOM VIKTIGT** att fundera på processorn och minnets duty cycle. Många konstruktioner bygger på att processorn kör programvaran som utför grundläggande aktiviteter som att samla in sensordata eller skicka dessa till transceivern. Dessa funktioner är egentligen för enkla för processorn och man kan istället ha en programmerbar tillståndsmaskin eller asic. Bägge kan lösa uppgiften utan att blanda in processorn och drar betydligt mindre energi. Dessutom slipper man starta upp minnet.

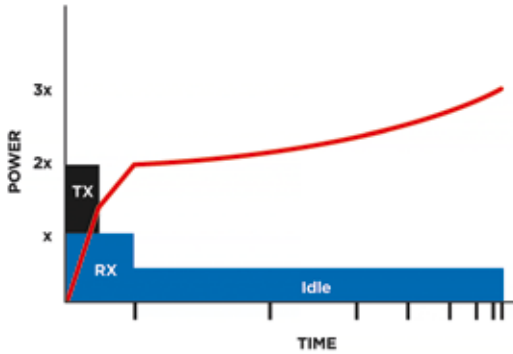
När man funderar på hur länge IIoT-noder kan befinna sig i sovläge är det viktigt att titta på energiförbrukningen under dessa perioder. Det som kan se ut som relativt lite kan adderas till något som är väldigt mycket under enhetens livstid.

Strömläckage i delsystem som måste



Fundera på om det inte är bättre med en interruptdriven datainsamling än en klockdriven.

# sensor-noder



**Radiosändaren brukar konsumera mycket energi. Trots detta kan det vara mottagaren eller effektförbrukningen i sovläget som tömmer batteriet.**

vara aktiva är ett speciellt problem. Fundera på realtidsklockor och styrkretsar med interrupt på nanoampere-nivå. I vissa situationer kan det vara lockande att koppla bort interrupt från externa händelser och enbart använda realtidsklockan. Det är inte alltid den bästa lösningen eftersom det kräver att systemet vaknar med regelbundna intervall för att undersöka om det kommit några interrupt. Fundera på om det inte är bättre med en dedicerad styrenhet för interrupt med låg energiförbrukning som dessutom gör systemet mer responsivt.

**EN ANNAN FRÅGA** är vad man gör med tillfälliga data när processorn och minnet är avstängda? Ett tillfälligt register i kombination med minnesceller är en möjlighet även om det kommer att leda till ett visst energiläckage. Ett alternativ är att spara data i ett ickeflyktigt minne istället för i läckagebenägna SRAM och register. Icke-flyktiga min-

nen ger snabb åtkomst till data när systemet väcks.

Som alltid är det svårt att fatta rätt beslut. En process som ser ut att minimera läckage och som stödjer stora icke-flyktiga minnen ger inte alltid den prestanda som integrerade rf-moduler kräver. Om man väljer att ha en separat rf-transceiver och tar hänsyn till den energi som går åt för att skicka data till den, förloras normalt den energibesparing som uppnåtts med att integrera det icke-flyktiga minnet på chipet. Man måste titta på kraven från tillämpningen för att kunna bestämma vilken lösning som är bäst för den skraddarsydd systemkretsen.

**LÅT OSS INTE GLÖMMA** de komponenter som normalt behövs för att kretsen ska vara aktiv. Det är små detaljer, såsom huruvida man multiplexerar ingångarna till AD-omvandlaren vilket i sin tur påverkar arkitekturen. Exempelvis kan den kombination av energieffektivitet, precision och fysisk storlek som sigma-deltaomvandlare ger kännas attraktiv. Men den typen av AD-omvandlare passar inte för multiplexering. En omvandlare av typen successiv approximation är bättre. Den har extremt låg energiförbrukning per bit per konvertering (det handlar om femtojoule).

Glöm inte de analoga kretsarna, som buffertar och förstärkare, som används för att snygga till signalerna innan de omvandlas. De används ofta och kan kräva mycket effekt. Man kan typiskt minska energiförbrukningen i bägge genom att hålla nere bandbredden och fundera på vilken noggrannhet som krävs.

Att använda en konstruktionsmetodik som tar hänsyn till delsystemen ger en sys-

temkrets som är strömsnål genom att kretsar och delsystem bara är aktiva när de behövs och kan stängas av utan att påverka de delar som är aktiva.

**ATT FÖLJA STANDARDER** som Unified Power Format (UPF) kan vara till hjälp även om det fortfarande är viktigt att ta hänsyn till detaljer på olika nivåer. Ta som exempel två delsystem (A och B) som behöver köras parallellt. Fysiska begränsningar kan medföra att A och B måste vara del i ett större delsystem som också inbegriper C och D. Dessa är inte nödvändiga för funktionen hos A och B. För att vara säker på att systemkretsen fungerar måste man försäkra sig om att delarna spänningssätts i rätt ordning utan att man överskrider effektbudgeten. Om det inte är möjligt kan det bli nödvändigt att ändra arkitekturen, exempelvis genom att flytta delsystem C och D till ett annat effektområde.

Till sist måste man titta på bruset i kretsen. Det kan ge ledtrådar kring hur man ytterligare förbättrar uppdelningen i effektområden. Exempelvis kan man använda en lågbrusig dropoutregulator för att strömförsörja delar med blandsignalfunktioner. När de har gjort sina mätningar eller tagit emot data kan man byta till en mer effektiv DC/DC-omvandlare för analysen.

Dessa exempel visar delar av den komplexitet och de avvägningar man måste göra för att optimera energiförbrukningen i industriella sensor-noder. I många fall är korrekt designade ASIC:er det bästa valet både vad gäller kostnad och energianvändning. Alla som konstruerar sensor-noder för industrin måste därför ha tillgång till expertis kring blandsignalkretsar. ■