



# SMART MATNING AV IOT-PRYLAR

En plattform för allt

Technical Papers  
Jan Tångring  
[jan@etn.se](mailto:jan@etn.se)  
0734-17 13 09

**ELEKTRONIK**  
TIDNINGEN

**I**nternet of Things (IoT) eller sakernas internet är ett väldigt brett begrepp vilket gör det en smula trixigt att i en text fokusera på en specifik del av IoT. Här är min syn på systembehovet då fokus ligger på hårdvaran för effekthantering eller power management som det heter på engelska.

Jag ser sakernas internet som en fusion av två olika men sammanlänkade framsteg:

**1) Internet, dess infrastruktur och utveckling:** Det som tidigare har varit ett sätt att kommunicera från någonstans i en ände till en annan ände håller på att förvandlas till en bärare av enorma mängder data (kallat Big Data) som alstrats från miljarder sammankopplade enheter.

**2) Omvandlingen, där vardagliga prylar går från att vara dumma till smarta:** Sakerna blir smarta genom inbyggd processorkraft. Ett exempel är termostaten, tidigare var den enkel men numera har den en kraftfull processor som lär sig dina önskemål och kommunicerar över internet. I långa loppet sparar du pengar



## Anand Balakrishnan, Freescale Semiconductor

Anand Balakrishnan arbetar som system- och applikationsingenjör på Freescale Semiconductor. Under de senaste sex åren har han arbetat inom området power management. Anand har en bachelorexamen inom elektroteknik från College of Engineering i Guindy, Indien, samt en mastersexamen inom elektroteknik från Texas A & M University i USA.

genom att termostaten automatiskt optimerar energiförbrukningen i ditt hem. Den här typen av anslutna termostater, högtalare, bilar och klockor blir allt vanligare och när systemingenjörer tänjer på gränsen för vad som är "saker" i sakernas internet så blir flexibel effekthantering en nödvändig möjliggörare.

**Skapa ett ekosystem av smarta prylar:** De flesta smarta objekt kommer att ha (eller har) några gemensamma huvudblock som i stort kan kategoriseras enligt nedan:

- Inbyggd processor
- Minne
- Sensorer
- Uppkoppling
- Användargränssnitt

Blocken ovan sammanbinds genom applikationsprogram som typiskt körs på ett operativsystem.

Betänk ett smart kylskåp, en smart klocka eller ett smart musk-system; det är lätt att inse att den grundläggande hårdvaran i dessa prylar kan delas ned och passas in i de ovanstående kategorierna. Företag tävlar idag om att ut-

veckla ett ekosystem av smarta, anslutna prylar som kommer att omfatta alla delar i våra liv. Det hjälper att den grundläggande hårdvaran är lika i de olika produkterna. Det möjliggör snabbare och skalbar utveckling, liksom bredare spridning av produkterna. Hårdvaruingenjörernas uppgift är att konstruera intelligenta plattformar som bara behöver smärre justeringar i hård- och mjukvaran för att anpassas till olika smarta prylar.

Det är också viktigt ur ett energiperspektiv att lösningarna görs skalbara och flexibla samt att de kan anpassas till flera smarta system.

Traditionellt har kraftkonstruktörer till uppgift att skapa lösningar som uppfyller följande kriterier:

**• Hög verkningsgrad:**

Det är viktigt att konstruktionen har hög verkningsgrad eftersom det minskar energin som förbrukas, men också underlättar värmehantering.

**• Låg kostnad och liten storlek:**

Det är lätt att nå hög verkningsgrad genom att överdimensionera en kraftomvandlare. Det är dock inte en framgångsrik väg eftersom ingenjörer också har krav på sig att ta fram kostnadseffektiva

lösningar. Kraftkomponenter såsom induktanser och kondensatorer måste vara dimensionerade för att skapa en balans mellan effektivitet, kostnad och storlek.

**• Hög spänningsnoggrannhet:**

Olika laster, exempelvis mikroprocessor, minne och periferienheter, har strikta spänningstoleranser. Det är spänningsomvandlarens uppgift att styra utspänningen inom acceptabla toleransnivåer under både statiska och dynamiska förhållanden.

**• Inbyggt felskydd:**

Fel kan uppstå på grund av skadade komponenter, olyckor (har du exempelvis tappat din mobiltelefon i poolen någon gång?) eller andra omständigheter som exempelvis överhettning. Det är helt nödvändigt att spänningsomvandlaren skyddar både lasten och sig själv under liknande felhändelser.

Konstruktörer som utvecklar hårdvara för IoT måste angripa effekthanteringen från ett plattformsperspektiv. Som tidigare nämnts, kan en generell plattform genom finjusteringar fås att utgöra basen i en mängd olika smarta prylar.

Här är några viktiga funktioner som en

effekthanteringslösning i en smart plattform ska kunna hantera:

**• Flexibel timing och sekvensering vid uppstart (power up):**

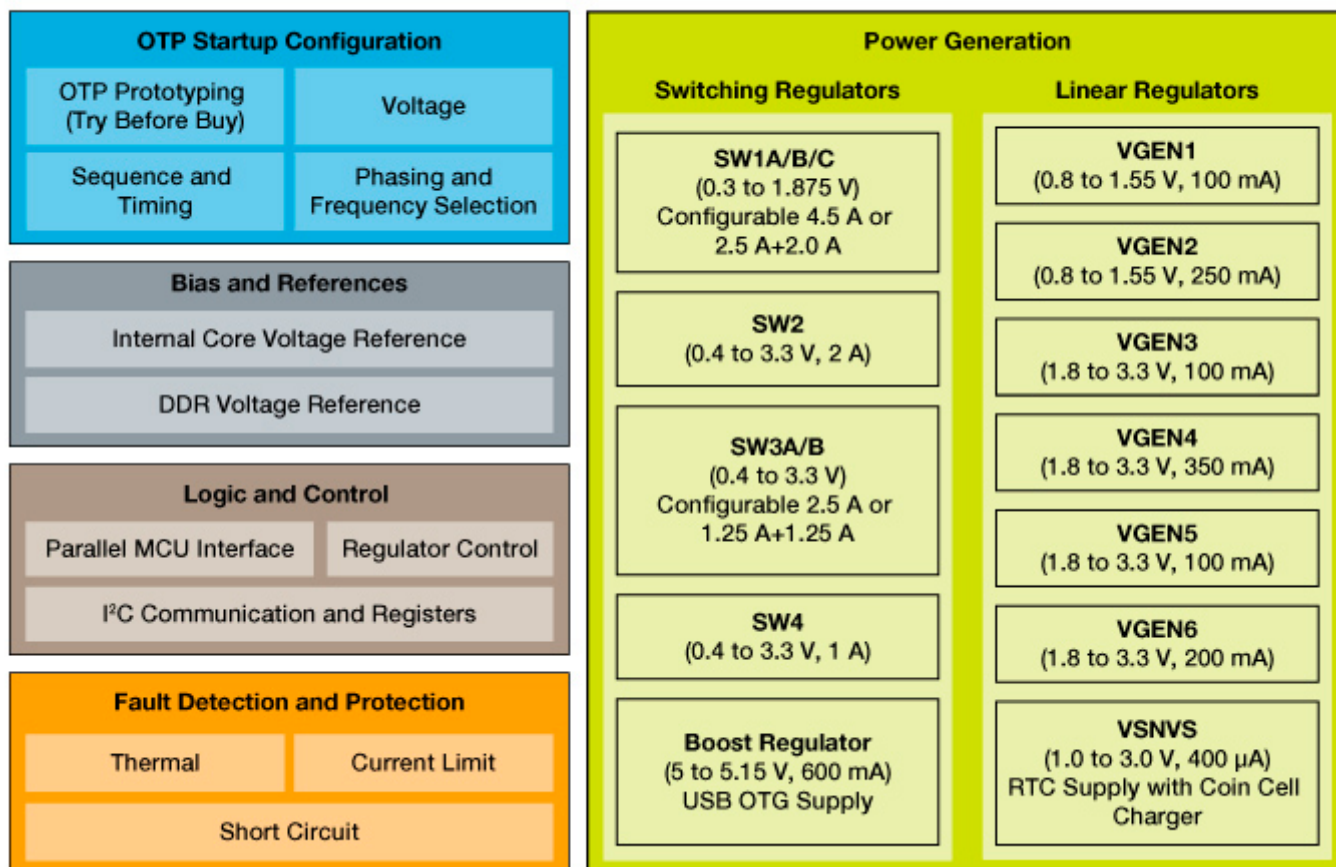
Spänningen till de olika enheterna måste rampas upp i en viss sekvens beroende av processorns arbetsfrekvens, typ av minnen samt periferienheter som används. Timingen och sekvenseringen måste också stämmas av utifrån användningen. Ta exempelvis bärbara batteridrivna system. De kan ha strömbegränsningar som kräver att de olika spänningarna rampas upp långsammare och med längre tidsskillnad sinsemellan.

Fordonssystem har inte samma begränsningar. Här gäller istället: ju snabbare uppstart, desto bättre. Spänningens sekvensering och stighastighet (slew rate) styrs typiskt med hjälp av externa motstånd och kondensatorer.

**• Dynamisk spänningsskalning:**

När en processor inte arbetar för fullt, utan körs vid lägre frekvenser, kan spänningsmatningen till den minskas för att minska energiförbrukningen. På samma sätt kan spänningen höjas när processorn har fullt upp och dess arbetsfrekvens måste höjas. Detta innebär att omvandlare måste ha förmåga att ändra

**MMPF0100 Functional Internal Block Diagram**





sin utspänning i realtid. En ändring i spänningen kan aningen triggas via en speciell anslutning alternativt via ett SPI- eller I2C-gränssnitt.

• **Händelserapportering:**

Effekthanteringslösningen förväntas övervaka och rapportera fel till mikroprocessorn. Det är dessutom en fördel om den kan varna processorn redan innan ett fel uppstår. De flesta krafthalvledare har ett termiskt avstängningsskydd, som tvingar kretsen att stänga av sig om värmen på chipet överstiger en viss nivå. Det skulle emellertid vara en fördel om kretsen kan rapportera situationen till processorn innan den når nivån för avstängning.

Om exempelvis kretsen är konstruerad för att stängas av vid 140°C skulle den kunna informera processorn när chipets temperatur är 110°C, 120°C och 130°C. På så sätt skulle processorn på lämpligt sätt kunna minska sin last för att därigenom ge möjlighet att fortsätta använda enheten, om än vid reducerad kapacitet.

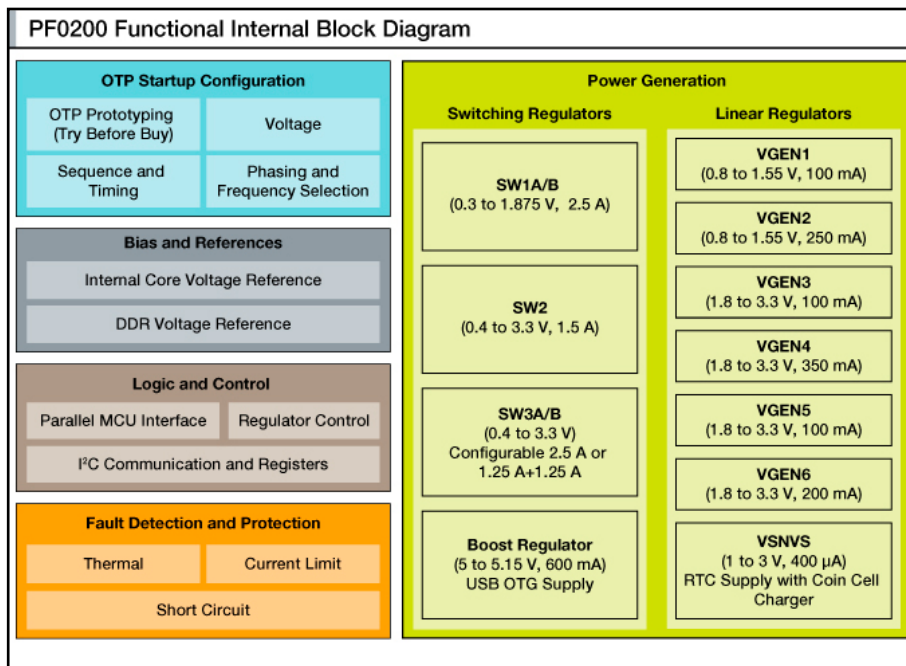
• **Inbyggt lågeffektläge och hög verkningsgrad vid låg last:**

Uppkopplade prylar spenderar en stor del av sin tid med att knappt dra någon energi alls. Under korta tider är de mycket aktiva, för att dessemellan ligga lågt. Effekthanteringssystemet måste arbeta hand i hand med processorn och optimera sitt eget arbete för att minska den totala energi som förbrukas. Hög effektivitet vid lätt belastning är också viktigt för att förbättra systemets tillförlitlighet.

Energi som förloras i form av värme höjer den omgivande temperaturen liksom kretsens temperatur. En förhöjd temperatur skyndar på åldrandet. Så med tanke på att dessa prylar ska kunna fungera i allt från 2 till 10 år, ja kanske hela 15 år, förstår man att endast en liten ökning av temperaturen kan få betydande konsekvenser för tillförlitligheten under produktens livstid.

• **Intern kompensering:**

Spänningsregulatorer måste kompenseras, vilket vanligtvis görs med hjälp av externa motstånd och kondensatorer.



Samtidigt gör externa komponenter konstruktionen oflexibel. Därför är det bättre att använda spänningsregulatorer med intern kompensering när man konstruerar dessa prylar.

• **Skalbarhet:**

Strömkraven hos en fyrkärnig processor (quad-core) är annorlunda än hos en processor med bara en kärna. De flesta smarta objekt har drivrutiner som hanterar processorns gränssnitt mot effekthanteringssystemet. När effekthanteringsplattformen konstrueras är det därför viktigt att arbeta med skalbarhet både vad gäller hård- och mjukvaran. En stor del av kostnaden för utvecklingen av ett smart objekt är just mjukvaruutvecklingen. Således är det fördelaktigt om en och samma drivrutin kan användas till en hel familj av effekthanteringslösningar.

De ovan nämnda effekthanteringskraven hos IoT-prylar gör att det är bättre att använda så kallade PMIC-kretsar (Power Management Integrated Circuits) än att konstruera lösningar kring diskreta kretsar.

Freescale Semiconductors PMIC-kretsar i PF-serien erbjuder väsentliga möjligheter till konfigurering och programmerbarhet på systemnivå. Det betyder att en enda krets enkelt kan konfigureras att mata ett brett utbud av processorer och

periferienheter. Kretsarna i PM-serien har intern kompensering och utspänningen styrs internt genom DA-omvandlare – det kan jämföras med traditionella omvandlare som kräver externa motstånd.

I de två PMIC-kretsarna MMPFo100 och MMPFo200 används ett engångsprogrammerbart minne (OTP, One Time Programmable) för att lagra konfigurationer som startspänning, timing och sekvensering. Programmerbarheten gör att kretsarna kan användas i en mängd olika konstruktioner. Funktionen "prova-innan-köp" (try-before-buy) innebär dessutom att konstruktören kan testa olika konfigurationer innan OTP:et programmeras.

Kretsarna i PM-serien är idealiska att använda tillsammans med Freescales processorer i i.MX6-familjen. Genom sin flexibilitet, och tack vare OTP, kan de arbeta tillsammans med ett brett spektrum av processorer och system.

Kretsarna finns presenterade i ett antal referenskonstruktioner som är baserade på i.MX 6 och innehåller nödvändiga drivrutinerna för att hantera olika effektlägen.

Freescales utvecklingsplattform kallad "Revolutionizing the Internet of Things" eller RIoT är bestyckad med PMIC-kretsarna MMPFo100. Kortet är en bra utgångspunkt för utvecklare av IoT-tillämpningar. ■

**Technical Papers**

Jan Tångring  
jan@etn.se  
0734-17 13 09

