



# Strömlinjeformad metod styr 12 V BLDC-motorer

I takt med att fordon utvecklas från i huvudsak mekaniska maskiner till elektroniska ekosystem har antalet motorer som krävs för att utföra funktioner i fordon ökat. Dagens bilar förlitar sig på elmotorer för en rad elektronikfunktioner i karossen, från elektriska skjutdörrar till automatiska bakluckor. De används också under motorhuvu i vattenpumpar, oljepumpar och kylfläktar. Skiftet har inneburit att traditionella borstmotorer ersatts av borstlösa likströmsmotorer (BLDC), som gillas för sin långa livslängd, sin effektivitet och för att de är tysta i drift. Skiftet medför dock ökad komplexitet i konstruktionen av elektroniska styrenheter (ECU). Dessa måste vara tillräckligt robusta för att klara krävande fordonsmiljöer och samtidigt tillräckligt flexibla för att kunna anpassas till förändrade systemkrav. Kärnan i utmaning är ECU:ns arkitektur.

## Kompromisser i arkitekturen

Historiskt har konstruktörer behövt välja antingen starkt integrerade lösningar eller diskreta komponentkonfigurationer. Båda alternativen har för- och nackdelar (figur 1).

En integrerad konfiguration, där motorstyrningen hanteras av dedikerad hårdvarulogik, har en fördel i total komponentstorlek och kostnad. Nackdelen är att denna metod



## Av Klaus Neuenhüskes, Toshiba

Klaus Neuenhüskes är senior marknadschef för halvledare på Toshiba Electronics Europe i Düsseldorf. Han har arbetat med fordons- och lösningsmarknadsföring i bolaget sedan 2016. Tidigare har han haft roller inom kvalitetssäkring och teknisk marknadsföring på Oki Semiconductor och NEC.



ofta saknar konstruktionsflexibilitet. Om systemkraven ändras, exempelvis om en motor kräver högre drivström, kan hela lösningen behöva bytas ut. Det kan i sin tur tvinga fram en omkonstruktion av hela ECU:n.

En annan metod är att använda en mikrostyrcircuit med inbyggda kraftperiferier. Denna konfiguration anses generellt ge den bästa balansen mellan fördelar och nackdelar. Mikrostyrcircuiten har dock begränsad beräkningskapacitet. Om systemkraven utvecklas bortom denna kapacitet blir de nödvändiga konstruktionsändringarna ofta omfattande.

Den tredje metoden är en komponentiserad konfiguration där mikrostyrcircuit, gatedrivare, strömförsörjning och MOSFET:ar är separata kretsar. I denna uppställning behöver endast MOSFET:arna uppgraderas om effektkraven ökar. Logik- och styrarkitekturen kan därmed behållas. Även om denna lösning har

nackdelar i total komponentstorlek och kostnad erbjuder den överlägsen flexibilitet.

TB9084FTG heter en krets från Toshiba som adresserar nämnda arkitektoniska utmaningar. Det är en gatedrivarkrets som överbryggar klyftan mellan minimala funktionskretsar och deras komplexa säkerhetskritiska motsvarigheter. Kretsen gör det möjligt att behålla den diskreta lösningens flexibilitet. Samtidigt ger integreringen en reduktion i storlek.

## Optimerade funktionsuppställningar

Konstruktionsflexibilitet i fordonsystem uppnås ofta inte genom att lägga till fler funktioner. Den uppnås genom att optimera funktionerna för ett brett spektrum av användningsfall (figur 2). Toshiba:s konstruktionsfilosofi för TB9084FTG betonar mångsidighet. Det skiljer den från närliggande produkter som TB9081FG, som erbjuder

full funktionalitet för elektrisk servostyrning (EPS) och stödjer säkerhetsstandarden ASIL-D.

Den minimalistiska ansatsen innebär dock inte begränsad kapacitet.

Kretsen innehåller en laddpump som säkerställer tillräcklig spänning för att driva externa N-kanals-MOSFET:ar även när batterispänningen varierar. Den driver de trefas-FET:ar som krävs för motorn. Den inkluderar dessutom en extra kanal för styrning av en MOSFET för skydd mot omvänd polaritet (RPP). Denna funktion illustrerar kretsens systemflexibilitet. Om batteriet ansluts felaktigt stängs den omvända strömmen av och skyddar resten av systemet.

En laddpump säkerställer att högsidans gatedrivare upprätthåller en stabil utspänning. Den klämmer vid definierade nivåer när batterispänningen är tillräcklig. När spänningen är låg används laddpumpens nivå.

**Konfigurera via SPI**

Verklig systemflexibilitet uppstår när hårdvarans beteende kan modifieras via mjukvara. Till skillnad från fasta hårdvarudrivare innehåller denna krets ett SPI-gränssnitt som kopplar samman drivaren med värd-MCU:n. Via SPI kan konstruktören dynamiskt konfigurera hur drivaren reagerar på olika driftförhållanden. Logiska beslut kan därmed flyttas från fast kisel till mjukvarustyrda inställningar.

Kretsen innehåller flera detekteringsfunktioner för avvikelser, inklusive över- och underspänning samt termisk avstängning. Genom SPI-register kan konstruktören avgöra om ett visst fel ska trigga latch-läge. I detta läge stängs systemet av tills manuell återställning sker. Alternativet är auto-recovery, där driften återupptas när felet upphör.

Vid överspänningsdetektering kan systemet programmeras att helt inaktivera detekteringen. Det kan också fortsätta drift med felindikering eller stänga av gatedrivarna. Motsvarande gäller vid övertemperaturhändelser. Systemet kan stängas ned helt. Det kan också fortsätta drift med varningssignal beroende på applikationens kritikalitet.

Den mjukvarudefinierade funktionaliteten omfattar även skydd av externa MOSFET:ar. En drain-source-spänningsdetektor övervakar spänningsfallet över hög- och lågsidans FET:ar för att identifiera kortslutningar och fel. Via SPI kan konstruktören ställa in tröskel-spänningar och masktider. Därmed undviks falsklarm under switchtransienter. En och samma gatedrivarkrets kan därför anpassas till olika motorer och MOSFET-kombinationer.

**Anpassningsförmåga och tillförlitlighet**

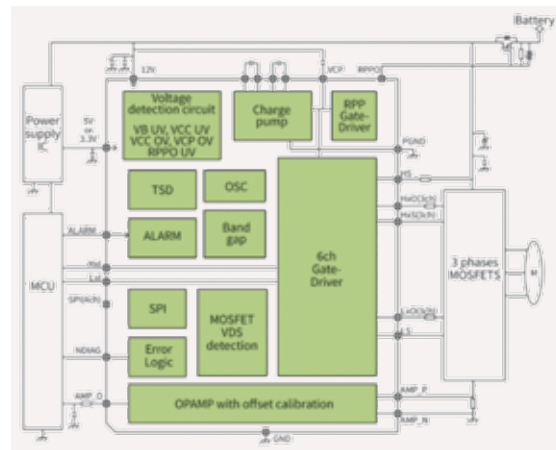
Moderna fordons fysiska konstruktionsbegränsningar kräver även flexibilitet i kapsling och miljötålighet. ECU:er placeras i allt trängre utrymmen. Minimering av den fysiska storleken blir därför avgörande. TB9084FTG är kapslad i ett kompakt 6x6 mm P-VQFN36-hölje och bidrar därmed till mindre ECU-storlek.

Trots sin ringa storlek är kapslingen konstruerad för hög tillförlitlighet. Den har en wetttable flank-struktur. Denna detalj möjliggör automatisk optisk inspektion (AOI) av lödfogar. Anslutningskvaliteten kan därmed verifieras utan kostsam röntgeninspektion.

Dessutom är kretsen kvalificerad enligt AEC-Q100 Grade 0, vilket säkerställer funktion inom ett kopplingstemperaturområde från -40 °C till 175 °C. Det breda temperaturområdet ger konstruktörer frihet att placera ECU:n i högttemperaturzoner under motorhuven eller i mekaniskt integrerade motorhus, i stället för att vara begränsade till den svalare kupémiljön.

**Precision i styrning och diagnostik**

Slutligen stöds flexibiliteten av analoga precisionsfunktioner. De gör det möjligt för ECU:n att övervaka motorns prestanda med hög noggrannhet. TB9084FTG integrerar en strömmättningsförstärkare (CSA) för att mäta strömmen genom motorn. Förstärkaren innehåller en kalibreringsfunktion. Den korrigerar ingångens offsetspänning till ±1 mV under standardförhållanden. Förstärkningen kan justeras via SPI. Systemet kan därmed anpassas till olika shuntresistanser och



Figur 2. Översikt av interna kretsar i TB9084FTG och exempel på applikationer.

strömmråden. Resultatet är att MCU:n får korrekt återkoppling till motorstyrningsalgoritmerna, oavsett om den driver en liten fläkt eller en kraftfull pump.

Införandet av detaljerade statusregister gör det möjligt för MCU:n att diagnostisera specifika fel. Den kan exempelvis skilja mellan kommunikationsfel, termiska händelser och spänningsavvikelser. Denna diagnostiska detaljnivå gör att systemmjukvaran kan fatta välgrundade beslut. Den kan till exempel försöka igen eller varna föraren. Därmed ökar robustheten i den övergripande fordonsarkitekturen.

**Slutsats**

Behovet av konstruktionsflexibilitet i fordons-elektronik drivs till syvende och sist av viljan att minska utvecklingstid och kostnad. Det handlar också om att maximera återanvändning av konstruktionsarbete. Höggradigt integrerade lösningar kan vara effektiva för en specifik uppgift. De blir dock begränsande när kraven förändras. En flexibel lösning som TB9084FTG däremot gör det möjligt att skapa en generell ECU-design. Den kan anpassas till olika laster och säkerhetskrav genom komponentval och mjukvarukonfiguration. ■

Figur 1. Tre typer av ECU-konfigurationer och deras för- och nackdelar.

System configuration	Hard logic (Sensorless)	Built-in uC (Sensorless)	Independent components (Sensored)
System Illustration			
Product	TB9061AFNG/TB9062FNG	TB9M003FG	TB9084FTG
BOM cost	Excellent	Good	Fair
BOM size	Excellent	Excellent	Fair
Flexibility	Fair	Good	Excellent