

FlexRay ur hårdvarusynpunkt

FlexRay är en kommande nätstandard som utvecklats för att höja datahastigheten, tillförlitligheten och säkerheten i dagens och morgondagens fordonstillämpningar. Syntetiserbar FlexRay-IP (Intellectual Property) finns nu tillgänglig för den som önskar integrera sådan i en ny krets. Stefan Schmechtig och Jens Kjelsbak från IPextreme Inc behandlar här vad FlexRay-IP är och hur den implementeras.

Kraven på datagenomströmning, feltolerans och deterministiskt beteende hos fordonsbussar har ändrats drastiskt under de senaste åren. Nya tillämpningar, som stabilitetsstyrning och elektronikstyrd gasning (throttle-by-wire) kräver många fler elektronikkomponenter, som alla skriker efter mer data, deterministiskt beteende och tillförlitlighet. FlexRays kommunikationsprotokoll har utvecklats för att tillfredsställa dessa behov.

FlexRay-teknik kan uppdelas i tre huvudområden: 1) mjukvara för att konfigurera och hantera kommunikation i ett FlexRay-kuster, 2) digital logik som implementerar FlexRay-protokollet och 3) analoga signaldrivkretsar. Denna artikel inriktar sig på FlexRay-IPns digitala hårdvaruelement och överväganden när denna integreras i en systemkrets.

FLEXRAYS KONCEPTUELLA HIERARKI

Som visas i fig 1 är FlexRay-hierarkins centrala lager protokollets utförandelager, i vilket utgående

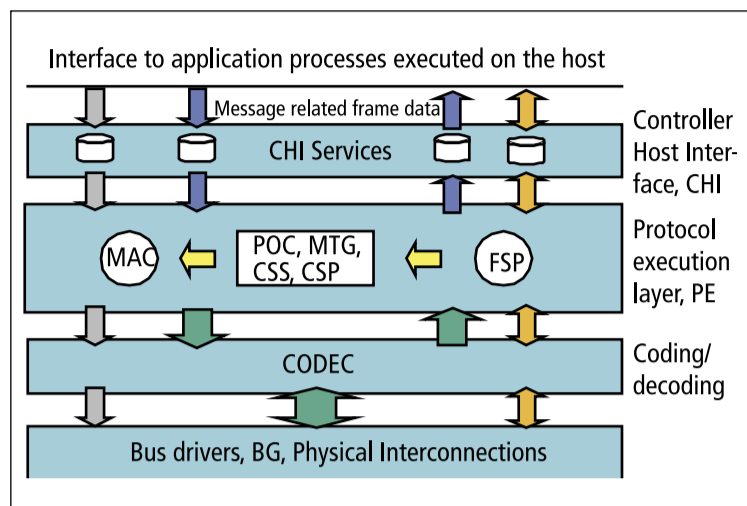


Fig 1. Konceptuell hierarki för FlexRays systemlager.

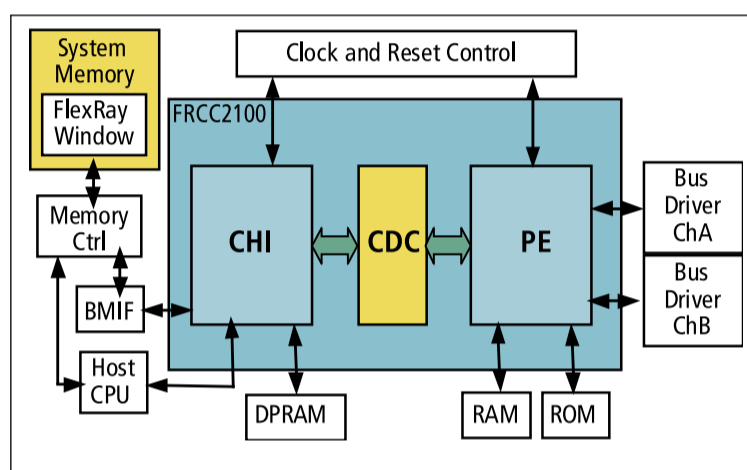


Fig 3. FlexRay-fönster i systemminne.

blockdata sänds till det fysiska lagret. På en sida gränsar utförandelaget till ett värdgränssnitt i styrkretsen, som innehåller lagerutrymme för samtliga gränssnittsdata och tillhandahåller styrkrets-värdens gränssnittstjänster. På den andra sidan gränsar protokollets utförandelager mot kodnings-/avkodningslagret. Det fysiska lagret innehåller bussdrivkretsar, de alternativa bussväktarna och de fysiska sammankopplingarna.

KONCEPTUELL PARTITIONERING

Vid konstruktion av en FlexRay-kärna bör arbetsteamet koncentrera sig på kommunikationsrelaterad feltolerans, istället

för tillämpningsrelaterade frågor som algoritmer för meddelandeöverensstämmelse. Detta paradigm tillser att konstruktionen lämpar sig för olika tillämpningar med diverse feltoleransbehov.

Fig 2 visar ett exempel på en FlexRay kärnpartitionering i vilken protokollmotor Protokoll Engine (PE) ansvarar för all FlexRay-specifik protokollhantering och styrkretsens värdgränssnitt Controller Host Interface (CHI) hanterar alla uppgifter rörande integrering av FlexRay-funktionalitet i resten av systemet.

CHI:n gör att värden har tillgång till FlexRay-kärnans konfiguration, styrning och statusregister liksom till med-

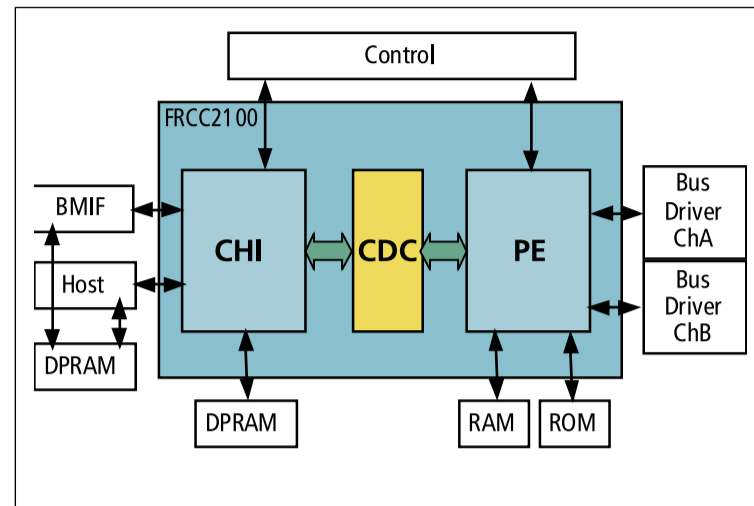


Fig 2. FlexRays blockstruktur.

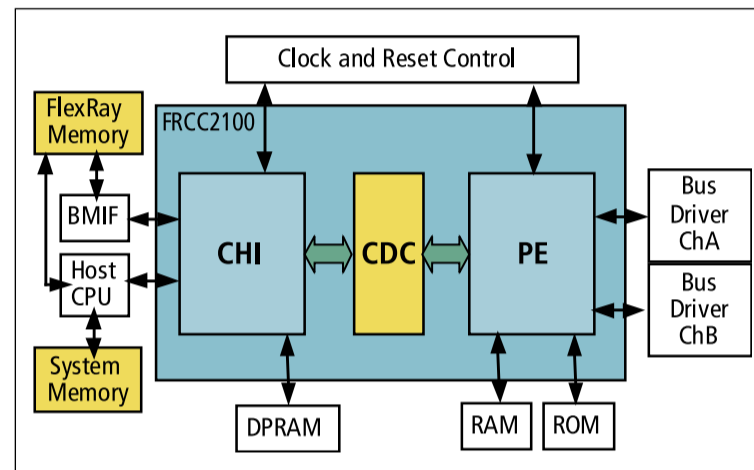


Fig 4. Speciellt FlexRay-minne.

delandebuffertens konfiguration, styrning och statusregister. Meddelandebufferten innehåller FlexRay-block (mottagna block och block som ska sändas), inklusive blockhuvud och lastdata, samt blockstatusinformation. Meddelandebuffertens data lagras i FlexRay-minnet, medan meddelandebuffertens styrstrukturer är implementerade i CHI:n.

Olika slutanvändartillämpningar har olika krav. Därför bör kärnan vara konfigurerbar så att användaren kan optimera tillämpningsprestanda och finjustera kretsegenskaper som area och kraft. Exempelvis, i FlexRay-styrkärnan Freescale från IPextreme kan kärnan konfigureras att

implementera upp till 256 meddelandebuffertar och två mottagnings-FIFOer med vardera upp till 256 ingångar.

En del lösningar blir bäst med en kundanpassad tillämpningsspecifik CHI. Detta kräver ett väldefinierat, -specificerat och -dokumenterat PE-gränssnitt. En generell CHI som uppfyller de krav som många tillämpningar ställer tillhandahålls med IPn. Den inkluderar all specificerad FlexRay-funktionalitet, såsom användningen av individuella mottagnings- och sändbuffertar (enkel- och dubbelbuffrad överföring), status- eller händelsebaserat överföringsmod, FIFO-funktionalitet för mottagning, filtrering

av meddelandebuffert och dubbelkanalsmod. En specifik tillämpning kan dock eventuellt endast behöva en del av dessa funktioner och för tillämpningar i vilka utrymme och effekt är av stor vikt kan det vara en betydande fördel att minska komplexiteten hos CHI. Denna strategi är endast möjlig när PE-modulens gränssnitt och beteende är mycket väldefinierat och -dokumenterat.

Enheten för klockdomänkorsning, Clock Domain Crossing (CDC), implementerar signalkorsning från CHIs klockdomän till PEs klockdomän, och vice versa, för att möjliggöra att PEs och CHIs klockdomäner är asynkrona. CHIs frekvens beror på komplexiteten och det antal meddelandebuffertar som måste bearbetas. Den kan vara betydligt lägre eller högre än PE-klockan. Om CHI kan klockas på samma 40 MHz-hastighet som PE kan CDC tas bort för att minska antalet grindar.

INTEGRERING AV KÄRNAN I SYSTEMKRETSEN

Fig 3 och 4 visar två olika sätt att integrera en FlexRay-kärna i ett system. Beroende på kraven på systemminnet, som storlek, latens och bandbredd, kan det FlexRay-minnesfönster som innehåller meddelandehuvud och lastdata lagras i systemminnet eller i ett fristående minne.

Den översta nivåns gränssnitt för integrering av FlexRay-styrkretsen i systemet är:

- Klock- och återställningsgränssnitt: Möjliggör styrning av klockgrindning och hård- och mjukvarubaserad återställning.
- Värdraggränssnitt: Ett enkelt läs-/skrivgränssnitt.
- Avbrotts- och felgränssnitt: Väljer avbrotts- och avlusningsimplementeringar med mjukvara.

* FlexRay-bussgränssnitt (kanal A och B): Används för att ansluta FlexRay-utrustningen till FlexRay-bussdrivkretsarna, specificerade i FlexRay Communication System Electrical Physical Layer Specification.

* Systemminnesgränssnitt: Anslutet via huvudbussgränssnittet, Bus Master Interface (BMIF), till FlexRay-styrkretsen. Detta kan anslutas direkt till ett delat minne eller anslutas till ett externt undersystem för minnesbussar. I båda fallen måste vissa latenskrav uppfyllas.

OPTIMERING OCH KONFIGURERING AV KÄRNAN

Parametrar: Hårdvaruparametrar låter integratören kundanpassa konstruktionen för att ta bort outnyttjad hårdvara. FlexRay-utrustning kan ha flera systemberoende parametrar, som buss- och databredd, och arkitekturparametrar, som maximalt antal meddelandebuffertar och lastlängd. Det maximala antalet meddelandebuffertar (4 till 256) har stor inverkan på

utrymmes- och klockningsbehovet för CHI, vars frekvensbehov kan variera mellan 20 och 140 MHz. Friheten att implementera endast de meddelandebuffertar som behövs banar väg för en konstruktion som är optimerad vad gäller kostnad, utrymme och effekt.

Effektbesparing: Medan TDMA-(time division multiple access)-systemet anvisar speciella sändnings- och mottagningsplatser i den första delen av varje FlexRay-paket är det gott om död tid och effekt kan sparas genom att relevant logik stängs av. Ytterligare effektbesparingar kan göras genom att sändnings- och mottagningsblock, minnen, kanallogik osv kan stängas av. Speciella klockaktiveringssignaler ska finnas tillgängliga för klockgrindning.

ÖVERENSSTÄMMELSE OCH VERIFIERING

Kunder som integrerar en FlexRay-styrkrets i en SOC-konstruktion förväntar sig ett stycke fullt verifierad och korrekt hårdvara av högsta kvalitet. Testning av överensstämmelse med protokollet för FlexRay vid datalänklagret, med utrustning som Freescale MFR4300 för att tillse korrekt beteende och samfunktion, utförs på testanläggningar som TÜV Nord i Tyskland i samarbete med Fraunhofer Gesellschaft. Framgångsrik överensstämmelse säkrar rätt FlexRay-beteende. En kund som integrerar denna testade hårdvara måste dock verifiera anslutbarheten till hårdvaran för att försäkra sig om att kommunikationen fungerar på rätt sätt.

En integreringstestbank som erbjuder testning och möjligheten att ersätta testbanksmodellerna med verkliga fungerande hårdvarumodeller i ett steg-för-steg-förfarande möjliggör smidig integrering och hjälper till att se till att konstruktionen blir rätt från början. En självkontrollerande integreringstestbank bör inkludera:

- * FlexRay-baserad klusterkommunikation
- * Minnessimuleringsmodeller (DPRAM, SRAM, ROM)
- * Enkla simuleringsmodeller för bussdrivkretsar
- * Klock- och återställningsstyrning
- Funktionsmodell för värdkretsen
- Huvudbussgränssnitt, BMI (med gränssnitt till DPRAM)
- Flera monitorer, kollare och felsökare

LEVANDE KÄRNOR

Levererade FlexRay-kärnor bör bestå av ett paket med beskrivande filer i ett teknikberoende hårdvaruspråk (Verilog eller VHDL), syntesrestriktioner och tidsundantag, den självkontrollerande integreringstestbanken samt detaljerade integrerings- och pro-

grammeringsguider. Hela paketet styrs bäst av en verktygsberoende packningsmiljö som specificerar och kontrollerar inställningar för hårdvaruparametrar och -restriktioner, ger dig möjlighet att köra integreringstestet på vilken simulator som helst, låter dig generera syntesskript samt tillhandahåller ett front-end-flöde för att påbörja syntes för en specifik leverantör.

PROTOTYP- OCH MJUKVARUUTVECKLING

Flera företag erbjuder integrerade utvärderingssystem för FlexRay-styrkretsar baserade på olika värddprocessorer. Det finns även fristående FlexRay-styrkretsar med enkla minnesgränssnitt som möjliggör anslutning till vilket värdstyrkretssystem som helst. Korten är försedda med utvecklingsmjukvara från företag som stöder FlexRay, vilket gör det möjligt för systemingenjörer att konstruera FlexRay-kluster med noder från olika leverantörer för att förbättra hårdvarutestningen.

FlexRay är verklighet och det är nu dags att planera hur tekniken bäst inkluderas i dina fordonskonstruktioner. Efter fem års arbete i FlexRay-konsortietärspecificationen stabil, standardkomponenter finns på marknaden och de första bilarna med FlexRay kommer att börja masstillverkas i slutet av året. Konsortiet har även utökats till att arbeta med framtida FlexRay-tillämpningar. Integrering av FlexRay som standardanslutning för fordons- (och flyg-) styrkretsar kommer att bli ett krav i många framtida konstruktioner.

Framtida FlexRay-tillämpningar visar på ytterligare en marknad för en "lätt" FlexRay-lösning, som skalar bort säkerhetskritiska och synkroniseringsbaserade egenskaper för att möjliggöra en mycket billig FlexRay-styrkrets, som kan priskonkurrera med CAN. Dessa enkanalsbaserade och förenklade master-styrda synkroniseringsenheter kommer att bli kompatibla med existerande FlexRay-lösningar.

STEFAN SCHEMCHTIG, JENS KJELSBÄK, IPEXTREME INC.

Referenser:

- [1] FlexRay Communication System Protocol Specification, Version 2.1
- [2] FlexRay Communication System Electrical Physical Layer Specification, Version 2.1
- [3] FRCC2100 Integration Guide - IPextreme, Inc.
- [4] FRCC2100Core User Guide - IPextreme, Inc.

Denna artikel presenterades ursprungligen vid konferensen Advanced Automotive Electronics i Storbritannien i januari.