

# INTEGRATION OF HARDWARE IN SIMULATION PLATFORM

ETT EXAMENSARBETE UTFÖRT AV EMIL VESTMAN HOS INSTITUTIONEN FÖR INDUSTRIELL ELEKTRONIK OCH AUTOMATION VID LUNDS TEKNISKA HÖGSKOLA PÅ UPPDRAG AV CC-SYSTEMS

CC-Systems i Uppsala är ett företag som utvecklar och tillhandahåller fordonsdatorer och komponenter som utgör kompletta styrsystem för mobila applikationer i tuffa miljöer. Typiska applikationer för CC-Systems produkter är i fordon som grävmaskiner, tåg och militära fordon.



*Exempel på produkter från CC-Systems.*

Ett enkelt styrsystem kan sägas bestå av en eller ett par kontrollenheter samt in- och ut signaler (I/O) i form av t.ex. hastighetsgivare, temperaturgivare, indikatorlampor och pneumatiska ventiler. I de fall det finns fler än en kontrollenhet i systemet sker kommunikationen mellan dessa via nätverksstandarden CAN.

Vid utveckling, testning och verifiering av den mjukvara som används i styrsystemen låter man ofta mjukvaran som senare ska flyttas över till kontrollenheten exekvera på en PC samtidigt som man exekverar en matematisk modell av t.ex. ett fysiskt skeende. Genom en sådan simulering får man en bra möjlighet att studera hur mjukvaran kommer att bete sig när kontrollenheten senare ska interagera med det verkliga fysiska skeendet.

## BAKGRUND

För att underlätta den här typen av simulering använder sig CC-Systems av en egenutvecklad mjukvarukomponent som de kallar SimTech vilken fungerar som en samling simulerade sladdar på PC:n. SimTech gör att kommunikationen mellan kontrollmjukvara och matematiska modeller på PC:n sker på samma sätt som den senare kommer att ske i den slutliga applikationen. Med SimTech är det möjligt att kommunicera mellan komponenter utvecklade i olika programmeringsspråk.

En variant av testning som ligger ett steg närmare den verkliga applikationen är när kontrollmjukvaran flyttas från PC:n till kontrollenheten. För att i detta skedet kunna fortsätta att använda sig av de modeller och verktyg som fanns tillgängliga på PC:n behövs ett gränssnitt mellan PC och kontrollenhet. Gränssnittet måste bestå av någon typ av hårdvara som ansluter till PC:n och som uppfyller de krav som kontrollenheten har på I/O. Vidare måste I/O vara åtkomligt via mjukvara på ett sådant sätt att en koppling går att göra mot SimTech. Denna typ av

simulering där verklig hårdvara ingår kallas ibland för blandad simulering.

Hos CC-Systems har man tidigare utvecklat liknande system men lösningarna har varit specialbyggda system som var både stora och dyra. Man ville nu från företagets sida utreda möjligheten att använda sig av en standardiserad lösning för ”bryggning” av I/O mellan PC och kontrollenhet (CAN-kommunikationen kan sedan tidigare skötas via USB-to-CAN gränssnitt).

## MASKINVARA

Från företagets sida var ett önskemål att man skulle kunna använda sig av någon av de datainsamlingsenheter från National Instruments (NI) i den så kallade C-serien, som använder sig av ett antal utbytbara I/O moduler placerade i ett standardiserat chassi. Modulerna innehåller signalkonditionering för olika typer av signaler.

Ett första steg blev därför att utreda hur dessa I/O-moduler passar mot I/O-uppsättningarna hos CC-Systems olika enheter och vilken typ av chassi dessa moduler kan användas i. Efterforskningar visade under utredningsarbetet att datautbyte med enheterna från NI lämpligast kunde göras med hjälp av NI:s grafiska programmeringsspråk LabVIEW.



*CompactRIO med fyra moduler från NI*

Eftersom ett styrsystem i många fall kan innehålla ett flertal högfrekventa signaler av PWM-typ föll det slutliga valet på den enda enhet som på egen hand kan generera dessa signaler. Enheten som valdes heter CompactRIO där ”RIO” står för Reconfigurable I/O (ung. omprogrammerbar I/O). Med detta menas kort att enheten kan programmeras till att på egen hand utföra logiska operationer kopplade till I/O med en frekvens på upp till 40MHz tack vare inbyggd FPGA-logik.

## UTVECKLING

---

Med cRIO-enheten som bas utvecklades sedan ett gränssnitt som kan uppfylla de krav som ställts på I/O.

Kommunikationen mellan cRIO-enheten och PC:n löstes via en Ethernetanslutning med LabVIEW-baserad mjukvara på båda sidor och en integrering mot SimTech på PC:n.

För att visa den slutgiltiga lösningen sattes en demonstrator upp, bestående av en mindre kontrollenhet, en så kallad CrossCode CX som via gränssnittet kunde interagera med en matematisk modell av en vattentank som exekverade på PC:n

## SLUTSATS

---

Slutsatsen av arbetet är att det går att utveckla ett mångsidigt gränssnitt som uppfyller de I/O krav som kontrollenheterna ställer. Tack vare den inbyggda FPGA-kretsen hos cRIO-enheten ges möjligheten att generera högfrekventa och komplexa signaler om så önskas. Kretsen medför dock vissa

begränsningar i lösningens allmängiltighet då omprogrammering av densamma krävs av LabVIEW-kunnig operatör vid ändringar i I/O-uppsättningen. I demonstratorn visas dock hur denna process går att förenkla med införande av kodbibliotek där operatören endast behöver se över ett fåtal parametrar.