

ELEKTRONIK TIDNINGEN



Stefan Lagerqvist
applikationsingenjör
Synopsys
stefanl@synopsys.com



Thorsten Gerke
Senior teknisk marknadschef
Synopsys
thorsten.gerke@synopsys.com

Utveckling av robusta ledningsnät och kablage

Det virtuella fordonet – Del 3 av 4

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

EMBEDDED
EXPERT

24 maj 2010 © Synopsys och Elektroniktidningen Sverige AB

Kostnadsfria vitpapper om inbyggda system – etn.se/expert



Din kabeldragare i fordonsnätet

Utveckling av robusta ledningsnät och kablage



Thorsten Gerke, Synopsys

Thorsten Gerke studerade maskinteknik/mekatronik vid universitetet i Duisburg och påbörjade sin karriär som support- och applikationsingenjör på Avanti Systems. 2002 började han på Synopsys, där han var ansvarig för fordonslösningar inom områdena applikationer och presales. Sedan 2006 har han lett den tekniska marknadsföringen av produktfamiljen Saber i Europa, där han kvalificerar produktkrav och arbetar med framtida strategier för Sabers produktsortiment.



Stefan Lagerqvist, Synopsys

Stefan Lagerqvist studerade mekatronik på Chalmers och påbörjade sin yrkesbana som elkonstruktör på Volvo Car och Scania Trucks och sedan support- och applikationsingenjör på Avanti Systems. Sedan 2002 har han arbetat på Synopsys som applikationsingenjör och har ansvar för området utveckling av ledningsnät. Dessutom är han produktspecialist för produktfamiljen Saber Harness.

Det ökande antalet elektriska funktioner i våra fordon påverkar konstruktionen av deras ledningsnät. Mångfalden av tillval för bilköparen och mångfalden av fordonsplattformar betyder att konstruktören behöver verktyg som kan hantera varianter och som kan hålla data kon-

sistent mellan dem. Dessutom måste verktygen kunna verifiera ledningsdragningen. Denna artikel beskriver en metodik som omfattar de steg som krävs för att garantera konstruktionen av robusta kablage.

Konstruktion av ledningsnät har blivit en stor utmaning. Kablagens komplexi-

teten, mångfalden av varianter och den blotta volymen av data kräver att utvecklingsmiljön måste kunna tillhandahålla enhetlig och robust datahantering i fordonsnätet. Nätverkskonceptet måste verifieras tidigt om man vill kunna säkerställa kvaliteten vid utveckling av fordonsnätverk redan under konceptfasen.

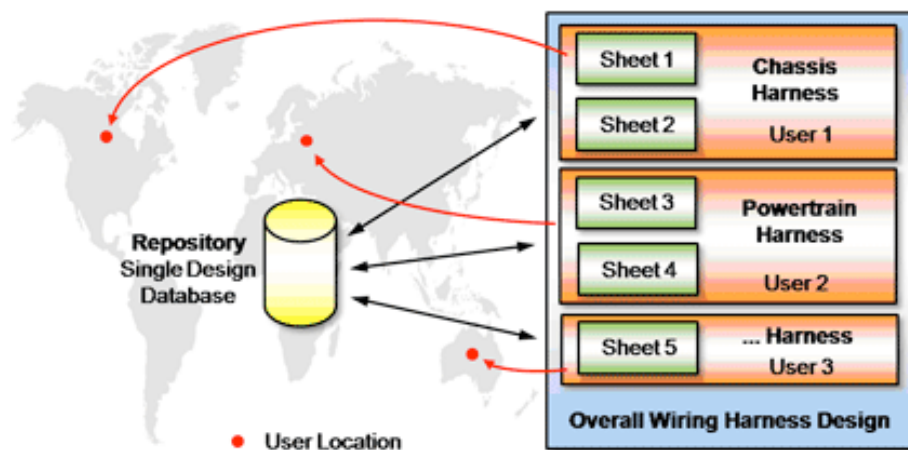
Tre krav måste uppfyllas av en utvecklingsprocess som är robust från koncept till produktion:

- Enhetlig datahantering i fordonsnätet
- Verifiering av fordonets nätverksimplementering
- Automatiserad generering av tillverkningsdata

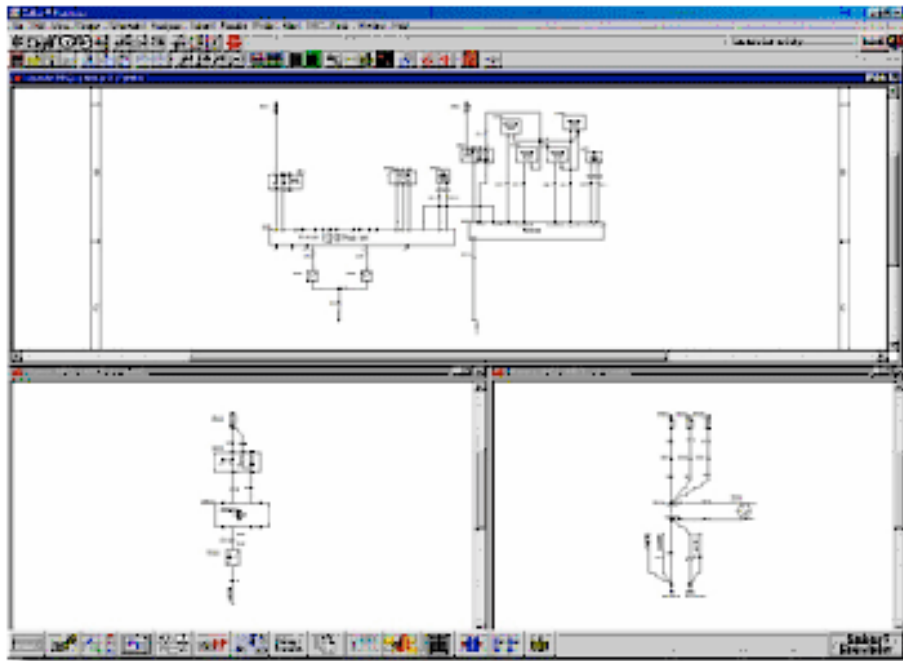
Lösningen finns i Sybers utvecklingsmiljö Saber. Modulen heter Saber Harness är ett schemabaserat system framtaget speciellt för utveckling av ledningsnät i fordon.

Utspridda ingenjörer och Single Design Database

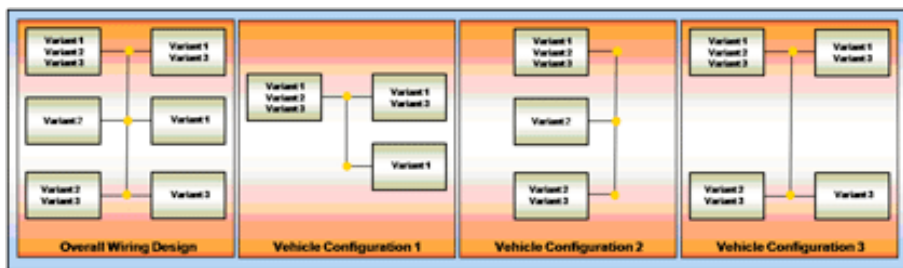
Ledningsnät tas vanligen fram av ett stort team som finns utspritt över många olika avdelningar. Därför måste man se



Figur 1. Konceptet Single Design Database.



Figur 2. Schemaredigeraren i Saber Harness.



Figur 3. Hantering av varianter genom filtrering

till att alla konstruktörer ständigt har tillgång till exakt samma data. I dessa data ingår information om sådant som kontakttyper och deras benkonfiguration, ledningstyp och ledningslängder, ledningsnät som buntats samman till kablage, et cetera. Om flera databaser används parallellt kan det uppstå problem, till exempel med olika benkonfigurationer beroende på en icke enhetlig hantering av ledningsnätdata.

Saber Harness använder en teknologi kallad "Single Design Database". Här lagras alla ledningsnätdata i en central databas. Denna centrala databas kan anropas parallellt av många konstruktörer. Alla konstruktörer får också alltid en kopia av master-konstruktionen från lagret. Men bara en användare i taget kan göra ändringar i den enhet som för tillfället är utcheckad. Under denna tid har alla övriga användare bara access i läsläge.

För att undvika att designprocessen blockeras använder Saber Harness en modulär ansats för uppbyggnaden av fordonsnät. De ledningsnät som ritas i schemaredigeraren kan distribueras över flera olika konstruktionsblad, vilket

gör att flera användare samtidigt kan få tillgång till konstruktionen. Genom att definiera skrivrättigheter för enskilda blad ger man olika användare möjlighet att göra ändringar samtidigt.

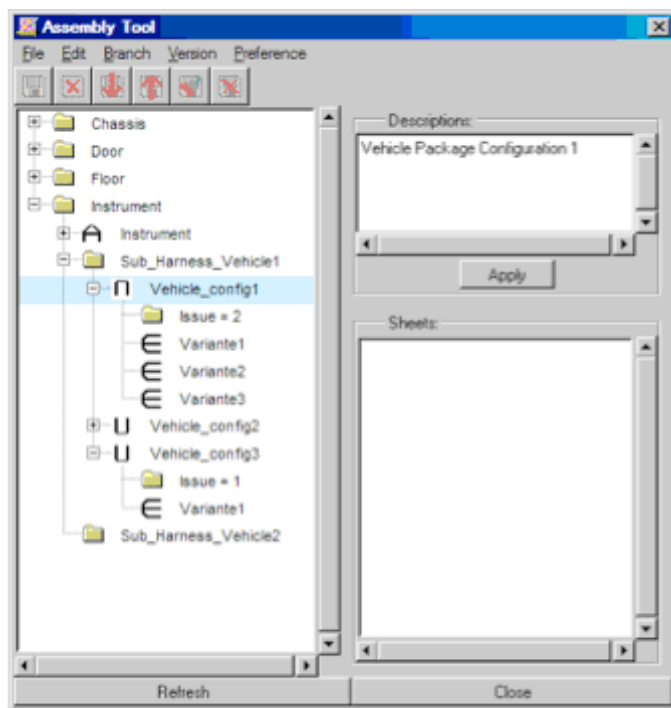
Figur 2 visar det generella flödet vid access till den centrala databasen. Flera olika metoder används för implementering av fordonsnätverk. Därför krävs en metodik som hanterar alla dessa val effektivt, utan att skapa ovidkommande besvär. Att rita ett schema för var och en av dessa varianter

skulle vara en primitiv och tidsödande lösning och skulle generera onödigt stora datamängder.

Saber Harness använder konceptet Single Design Database även här. I detta fall sätts ledningsnäten, med alla deras komponenter, en gång för alla upp i sitt maximala expansionstillstånd i schemaredigeraren. Senare definierar konstruktören tilldelningen av funktioner och kabelanslutningar för varje enskild komponent. Den valmöjlighet som önskas kan sedan väljas grafiskt. Alla komponenter som hör till någon annan typ av val maskas bort. På så sätt kan konstruktören få tillgång till alla varianter utan att behöva generera flera scheman.

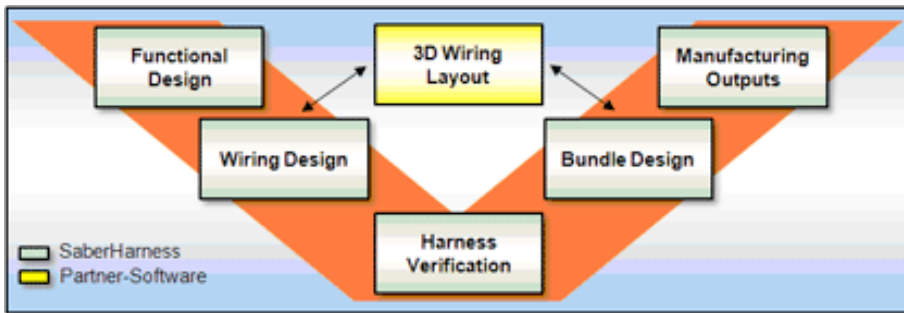
Figur 3 visar konceptet för hantering av optioner i Saber Harness. Det kompletta systemet är i detta fall synligt för tre valda funktioner. För de tre möjliga alternativen maskas alla komponenter som inte är associerade med respektive option bort. Men flexibiliteten sträcker sig långt bortom ren hantering av optioner. En generell filtreringsfunktion ger användaren möjlighet att preparera framställningar av fordonsnätverk baserade på användardefinierade kriterier, som kablage. Filtringen kan användas på hela systemet, eller bara på specifika konstruktionsblad.

Fördelarna med denna metodik är tydliga. När man konfigurerar produkten "fordon" är det enkelt att ta hänsyn till de aktuella marknads- och funktionskraven. Detta förutsätter att det finns flexibla möjligheter till produktkonfigurering. För detta ändamål tillhandahåller Saber Harness "Assembly Tool", som gör det

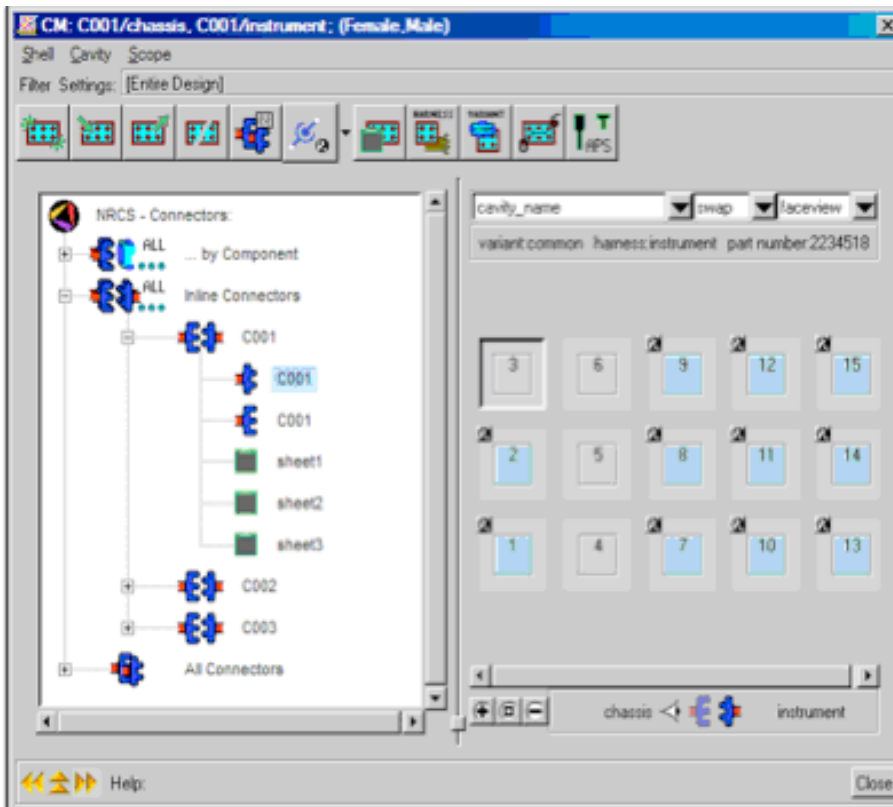


Figur 4. Produktkonfigurering med Assembly Tool.

Figur 5. Harness Design Flow i Saber Harness.



Figur 6. Central hantering av alla kontakttypen i Connector Manager.



möjligt att skapa flexibla produktkonfigurationer utan att några ändringar behöver göras i schemana för ledningsnäten.

Figur 4 visar en skärmbild av Assembly Tool, med en komplett lista över kablage. Konfigureringen av produkten sker grafiskt genom att man väljer komponenter till det totala systemet för en specifik produktkonfiguration, vilket visas i den vänstra kolumnen i fönstret. För den händelse att konfigurationspaketet behöver ändras i framtiden kan dessa ändringar utföras direkt i Assembly Tool, utan att konstruktionen behöver modifieras.

Harness Design Flow

Konceptet med Single Design Database utgör grunden för Harness Design Flow, som är uppdelat i fem steg enligt figur 5. Den rent funktionella konstruktio-

nen utförs under det första steget. Här definieras antalet blad, i vilka komponenterna läggs in och ansluts logiskt. Fysisk information som ledningslängder beaktas ännu inte, även om tilldelning av varianter utförs.

Nästa steg är den faktiska konstruktionen av ledningsnäten, där komponenterna förbinds med varandra. Partitioneringen av ledningsnäten utförs med hjälp av "Connector Manager" i Saber Harness. Här hanteras både inline-kontakterna och komponentkontaktarna. Connector Manager visar direkt benkonfigurationen för varje kontakt, liksom vilka ledningar som anslutits.

Figur 6 visar Connector Manager med en lista över kontakter för en typisk konstruktion. De fysiska egenskaperna hos ledningsnäten måste fortfarande läggas in. Detta utförs genom att de logiska för-

bindningarna mellan komponenter och kontakter ersätts med fysiska ledningar. Dessa ledningar väljs ur en databas och märks med data som diameter och längd. Härigenom går det att omedelbart beräkna ledningsnätets vikt.

Konstruktion och routing av ledningsnäten utförs därefter med ett 3D CAD-verktyg. Saber Harness har gränssnitt till CAD-program som Catia V5, ProE och Unigraphics NX. Fysiska data kan exporteras från Catia och importeras till Saber Harness. Här ingår information om ledningslängder som beräknats i CAD-systemet, med mera.

Under steget Bundle Design buntas enskilda ledningar ihop till kablage. Konstruktören har två olika möjligheter att utföra denna uppgift:

- Skapa "Wiring Bundles" direkt från en konstruktion framtagen med Saber Harness
- Importera "buntningsinformation" från ett 3D CAD-system och en 2-dimensionell projektion i Saber Harness

Slutligen genereras tillverkningsdata för kablage tillverkaren. Efter en kontroll av att alla data är kompletta och enhetliga utförs "design rule"-kontroller på systemet. Till exempel utförs en verifiering som kontrollerar att alla ledningar tilldelats en längd. Saber Harness kan visa resultaten i olika format, valda med en knapptryckning. Bland dessa format finns:

- Komponentlistor i form av "Bill of Material"
- Lista över ledningar i konstruktionen
- DSI-filer (Design System Interface)

DSI-filerna innehåller alla tillverkningsdata som krävs för produktionen av kablagen. Användardefinierade format stöds också genom en integrerad script-funktion.

Simuleringsbaserad verifiering av ledningsnät

De steg som behandlats ovan överensstämmer med typiska konstruktionsflöden för utveckling av ledningsnät. Nya rön visar dock att det finns behov av ytterligare ett steg. Verifiering av ledningsnät med hjälp av simulering är något som krävs både av säkerhetsskäl och för kostnads- och systemoptimering. Ledningens profil väljs baserat på den ström som flyter genom den. I värsta fallet kan ledningar som har för liten diameter orsaka kabelbrand. Å andra sidan ökar onödigt stora diametrar vikten och volymen hos ledningsnäten, vilket ökar fordonets bränsleförbrukning.

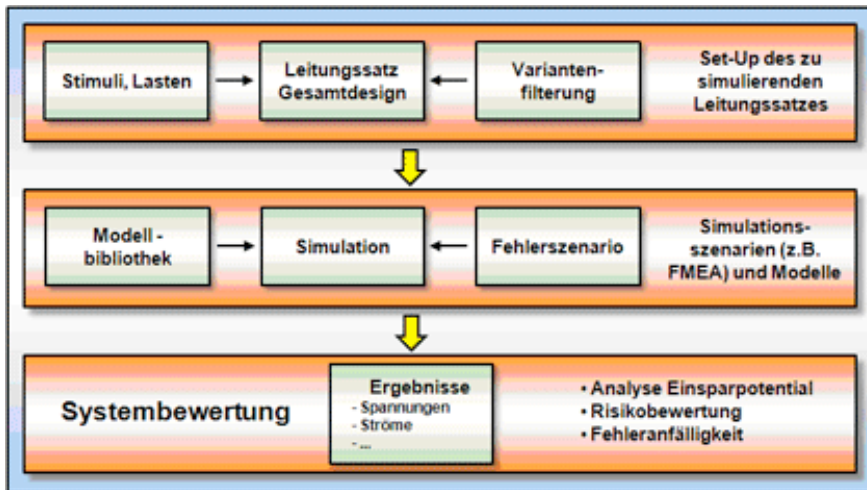
För att kunna definiera en optimerad kabelstam måste man utföra en simule-

ring av stabila strömlöden i fordonet (se **figur 7**). Eftersom Saber Harness är en del av den kompletta Saber-utvecklingsmiljön finns en möjlighet till sömfri integration med Saber Simulator och motsvarande modellbibliotek. Simulering av kabelstamsschemat kan utföras tillsammans med att laster och stimuli introduceras för systemet.

Tack vare filtersystemet kan man utföra en specifik simulering av utvalda systemdelar. Detta är till hjälp i de fall när information om vissa av fordonets nätverkskomponenter kanske saknas, vilket förhindrar en simulering av hela systemet. De scenarier som är relevanta vid simulering av ledningsnät är:

- FMEA (Failure Mode Effect Analysis), exempelvis kortslutningar
- Dimensionering av säkringar
- Aktuell belastning på ledningar

Sammanfattningsvis ger Saber Harness konstruktörerna tillgång till ett effektivt verktyg för utveckling av ledningsnät. Dess enkla styrning och konfiguration av optioner, liksom produktkonfigurationen med hjälp av Assembly Tool, förenklar arbetet



Figur 7. Simuleringsbaserad verifiering av kabelstam.

med många fordonsplattformar och tillhörande varianter för ledningsnät. Eftersom kompletta tillverkningsdata genereras är det enkelt att överföra data till kablagerätillverkarna. Möjligheterna till en simuleringsbaserad ansats för verifiering av ledningsnät ger också möjligheter att tidigt analysera systemet för att kunna garantera säkerhet, kvalitet och kostnadskontroll.

Litteratur

- [1] Using Saber Multisite for Global Product Development, D. Willhammar, Synopsys User Group Meeting 2007
- [2] Handling Saber Exports After Engineering, Ronny Thijs, Synopsys User Group Meeting 2007
- [3] Validation of Saber Harness Simulation, Henrik Karlsson, Synopsys User Group Meeting 2006