FEMBS - SIMPACK-Interface zu FEM-Programmen

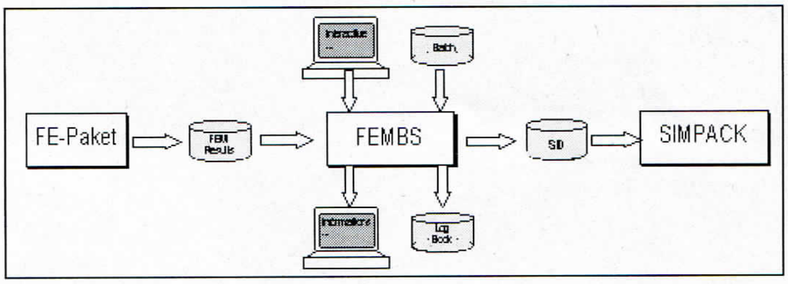
Um FE-Daten innerhalb der Mehrkörpersimulation nutzbar zu machen, kann SIMPACK mit den Programmen ABAQUS, ANSYS und NASTRAN gekoppelt werden. Wir halten die Einbindung von elastischen Modellen einzelner Baugruppen, wie des Rahmen eines LKW, der selbstragenden Karosserie eines PKW oder des Kastens eines Reisezugwagens für unumgänglich, wenn beispielsweise Komfortuntersuchungen zu brauchbaren Ergebnissen führen sollen. Wir behaupten, daß die Art und Weise, wie SIMPACK elastische Körper aufnimmt, einzigartig ist. Was passiert also mit den FEM-Daten in SIMPACK?

Dr. Alex Eichberger, INTEC.

Zunächst seien ein paar der Highlights von FEMBS genannt:

- Neutrales Dateiformat „SID“, dem von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) verabschiedeten Standard
- Einfach bedienbare Oberfläche
- Auswahl von Eigenmodes und Statikmodes
- Volle Berücksichtigung von Versteifungseffekten durch Kräfte und Beschleunigungen nach der elastischen Theorie zweiter Ordnung
- Volle Berücksichtigung starrelastischer Koppelterme. Die Massenmatrix ist damit komplett abgebildet und folglich natürlich nicht konstant

Die Funktionsweise von FEMBS zeigt folgende Grafik.



Nach einer FEM-Analyse stehen im Topf „FEM-Results“ die auf einzelne Knoten bezogenen Informationen über Eigen- und ggf. Starrkörpermodes, nicht reduzierte Massen- und Steifigkeitsmatrix und, falls gewünscht, geometrische Versteifungen auf Basis von Einheitslastfällen. FEMBS liest diese Daten, erzeugt für SIMPACK einen elastischen Körper mit allen notwendigen Größen und legt diese im Topf „SID“ ab.

Innerhalb FEMBS arbeiten wir mit einem linearen Verformungsansatz, nachdem die elastische Verformung u am Ort c zur Zeit t als Linearkombination von Ansatzfunktionen $\Phi(c)$ (Eigenmodes, Statikmodes...) und elastischen Koordinaten $q(t)$ beschrieben wird.

$$u(c,t) = \Phi(c) \cdot q(t)$$

Dieser Ansatz eingesetzt in das Prinzip der virtuellen Leistung ergibt die Bewegungsgleichung eines elastischen Systems:

$$M(q) \cdot b + h_\omega(\omega, q, \dot{q}) + h(q, \dot{q}) - h(r, A, q, \ldots) = 0$$

Man kann daraus vornehmlich folgendes erkennen:

- Die Matrizen sind nicht konstant, sondern hängen meist nichtlinear von der Verformung q ab.
- Der Steifigkeitsterm h_ω hängt von Starrkörperwinkelgeschwindigkeiten und elastischen Verformungsgeschwindigkeiten ab.

Noch ein Wort zur Massenmatrix

$$M = \begin{bmatrix} mI & & sym. \\ m\tilde{d}_{CM}(q) & J(q) & \\ c_t(q) & c_r(q) & M_c(q) \end{bmatrix}.$$

Man erkennt, daß die Berücksichtigung der modalen Masse $M_e(q)$ allein nicht ausreicht. Auch die starrelastischen Koppelterme $c_t(q)$ und $c_r(q)$ sind zur korrekten Berechnung von Mehrkörpersystemen mit elastischen Bauteilen unbedingt erforderlich.

Übrigens - die nichtlineare Abhängigkeit von q entwickeln wir in eine Taylorreihe der Form

$$c_t(q) = c^0{}_t + c^1{}_t(q) + \ldots$$

und die Taylorkoeffizienten nehmen einen großen Teil der SID-Daten ein.

INTEC bietet eine ein- bis zweitägige Schulung zu Grundlagen und Anwendung der Schnittstelle FEMBS an. Wir haben sehr große Erfahrung in der Berechnung von Fahrzeugmodellen mit elastischen Strukturen, die wir Ihnen im Rahmen eines gemeinsamen Projekts anbieten können.