

# USE OF AUTODESK INVENTOR IN DESIGN OF ELECTRICAL MACHINES AND APPARATUS

Rostislav HUZLÍK, Bachelor Degree Programme (3)  
Dept. of Power Electrical and Electronic Engineering, FEEC, BUT  
E-mail: xhuzli00@stud.feec.vutbr.cz

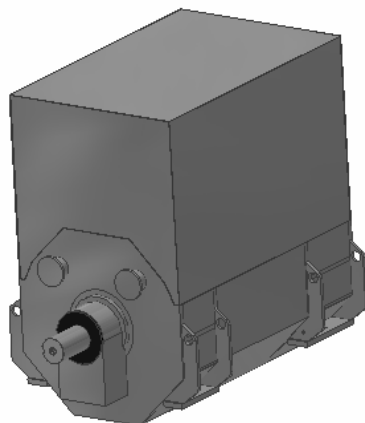
Supervised by: Dr. Hana Kuchyňková

## ABSTRACT

This contribution is aimed to demonstration of Autodesk Inventor software possibilities in design of electrical machines and apparatus. It can be used not only for modeling of an object, but also for simulation and animation of the objects behavior. The software can be used for creation of simple animation of assembly disintegration, as well as for simulation of moving parts of the assembly. Prediction of some physical properties of the objects or collision detection among individual parts of the assembly is also possible.

## 1 ÚVOD

Program Autodesk Inventor slouží k podpoře konstrukčních a výrobních procesů v různých oblastech technické praxe. Lze jej využít nejen k modelování samotné součásti, ale také k zjištění základních fyzikálních vlastností jednotlivého modelu či celé sestavy nebo také k provádění některých animací se sestavou. Jedná se animace rozložení (či složení) sestavy nebo o základní animace pohybů sestavy, během kterých lze zjistit kolize mezi součástmi. Tyto kolize je také možné zjišťovat i ve statickém stavu sestavy.



**Obr. 1:** Ukázka modelu synchronního generátoru v programu Autodesk Inventor

## 2 ZJIŠŤOVÁNÍ FYZIKÁLNÍCH VLASTNOSTÍ MODELU ČI SESTAVY

Program Autodesk Inventor umožňuje zjišťování fyzikálních vlastností modelu či sestavy. Konkrétně lze zjistit hmotnost, plochu, objem, polohu těžiště, hlavní momenty setrvačnosti, hlavní poloměry setrvačnosti či hmotové momenty vzhledem k souřadnému systému. Tyto hodnoty lze také zjišťovat u sestav, kde se sečtou všechny správné hodnoty a zobrazí se výsledek. Pro správné určení fyzikálních vlastností se nejprve musí nadefinovat materiál součástí. Některé materiály již jsou předem v programu nadefinovány, ale pokud mezi nimi nenalezneme vhodný, lze tento materiál přidat. V programu je možné zadat hodnoty hustoty, Youngova modulu, Poissonovy konstanty, konvenční meze průtažnosti, mez pevnosti v tahu, tepelné vodivosti, délkové roztažnosti a měrného tepla. Jestliže nevybereme materiál, program nastaví hodnotu hustoty na  $1 \cdot 10^{-6} \text{ kg} \cdot \text{mm}^{-3}$ . Sám program z těchto hodnot použije pouze hodnotu hustoty. K těmto hodnotám se lze dostat přes API programovací rozhraní, takže je lze použít při tvorbě vlastních programů spolupracujících s Autodesk Inventorem.

## 3 ANIMACE SESTAV

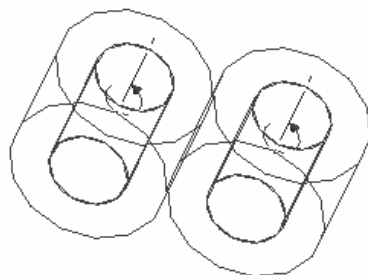
### 3.1 TVORBA PREZENTACÍ

Základní možností animace sestavy v programu Autodesk Inventor je tvorba tzv. Prezentací. Jedná se o animaci složení či rozložení sestavy. Animace se tvoří tak, že se vytvoří pohyby jednotlivých součástí či skupiny součástí v sestavě. Každý z nadefinovaných pohybů se uloží jako sekvence. U každé ze sekvencí je možné uložit polohu kamery. Při spuštění animace se poté u sekvence, na které je uložena poloha kamery, kamera nastaví do zvoleného bodů. Avšak poté, pokud není nastaveno prostředí jinak, kamera zůstane na původní poloze z předešlé sekvence. Proto je výhodné nastavit v této sekvenci novou polohu kamery.

Sekvence jsou přehrávány v tom pořadí, v jakém byly vytvořeny. V panelu Animace lze nastavit pořadí, ve kterém budou animace spouštěny. Každou z animací lze poté uložit do libovolného videosouboru.

### 3.2 ŘÍZENÉ VAZBY

Druhou možností tvorby animací je tvorba pomocí tzv. *Řízení vazeb*. Tuto funkci je možno využít u sestav. Funkce je dostupná po stisknutí pravého tlačítka na vazbě. Vazba musí být standardní (nesmí se jednat o *iVazbu*, o vazbu *Přechodovou* či o vazbu *Pohyb*). Přes funkci *Řízení vazeb* lze přímo řídit pouze jednu vazbu. Pro řízenou vazbu se nastavujeme počáteční a koncovou hodnotu definující vazbu. Dále je možno nastavit počet kroků animace. Je-li nutno řídit několik vazeb najednou, jedinou možností je použít proměnnou, která je již řízena. Tato hodnota je uložena jako parametr modelu. Pokud je zapotřebí, aby u jiných vazeb tento parametr dosahoval jiné hodnoty, je nutné použít pro tuto vazbu matematického zadání hodnoty vazby, kde se jako proměnná hodnota použije hodnota *Řízené vazby*. Při sestavování sestavy je potřeba, aby byly nastaven pouze potřebný počet vazeb. Při použití zbytečných vazeb může dojít k tomu, že se sestava nebude pohybovat tak, jak by měla. K ohlídání tohoto problému slouží zobrazení *Stupně volnosti*. Stupně volnosti se zobrazují pomocí šipek s vyznačenými směry volnosti pohybu.



**Obr. 2:** Zobrazení Stupně volnosti (rotace)

Je možné dosáhnout čtyř hodnot stupňů volnosti. Šest stupňů volnosti je pro součást, která není umístěna pomocí vazeb. Je-li součást umístěna pomocí vazby, je možné dosáhnout tří stupňů volnosti, 1 stupně volnosti a nebo součást může být bez stupně volnosti. Animaci, která vznikne při řízení vazeb, je možno uložit do videosouboru.

## **4 KONTROLA KOLIZÍ V SESTAVĚ**

### **4.1 KONTROLA VE STATICKÉM STAVU SESTAVY**

Program Autodesk Inventor nabízí možnosti zjišťování kolize mezi dvěma množinami vybraných součástí v sestavě. V praxi znamená tato možnost, že program porovná, zda-li mají obě množiny část objemu společnou. Mají-li obě množiny část objemu společnou, program označí společným objem a vypíše velikost společného objemu. Pokud je detekována kolize, kolizi je možno spravit buďto změnou rozměru či tvaru a nebo přidáním jedné či více vazeb, která umístí těleso na správné místo. Pokud obě množiny společným objem nemají, program vypíše hlášení, že nejsou detekovány žádné kolize.

### **4.2 KONTROLA PŘI POHYBU SESTAVY**

Provádí-li se kontrola kolize mezi součástmi v sestavě, je možno použít zvláštní funkci *Řízené vazby*. Jestliže se při nastavování *Řízené vazby* zatrhne políčko *Detekce kolizí*, v každém kroku animace program porovná, zda-li některé součásti nekolidují. Porovnávání probíhá mezi všemi součástmi v sestavě. Jakmile program zjistí kolizi mezi dvěma součástmi v sestavě, animaci zastaví a příslušnou kolizi označí.

## **5 ZÁVĚR**

Program Autodesk Inventor je možno v oboru silnoproudá elektrotechnika využít při návrhu různých elektrických strojů a přístrojů. Jeho silnou výhodou je zejména přímá vizualizace, animace modelu a tvorba výkresové dokumentace.

## **LITERATURA**

- [1] Valný, M.: Autodesk Inventor efektivně, Brno 2003, CCB
- [2] Fořt, P., Kletečka, J.: Autodesk Inventor 6, Brno 2003, Computer Press
- [3] [www.sdotson.com](http://www.sdotson.com)