

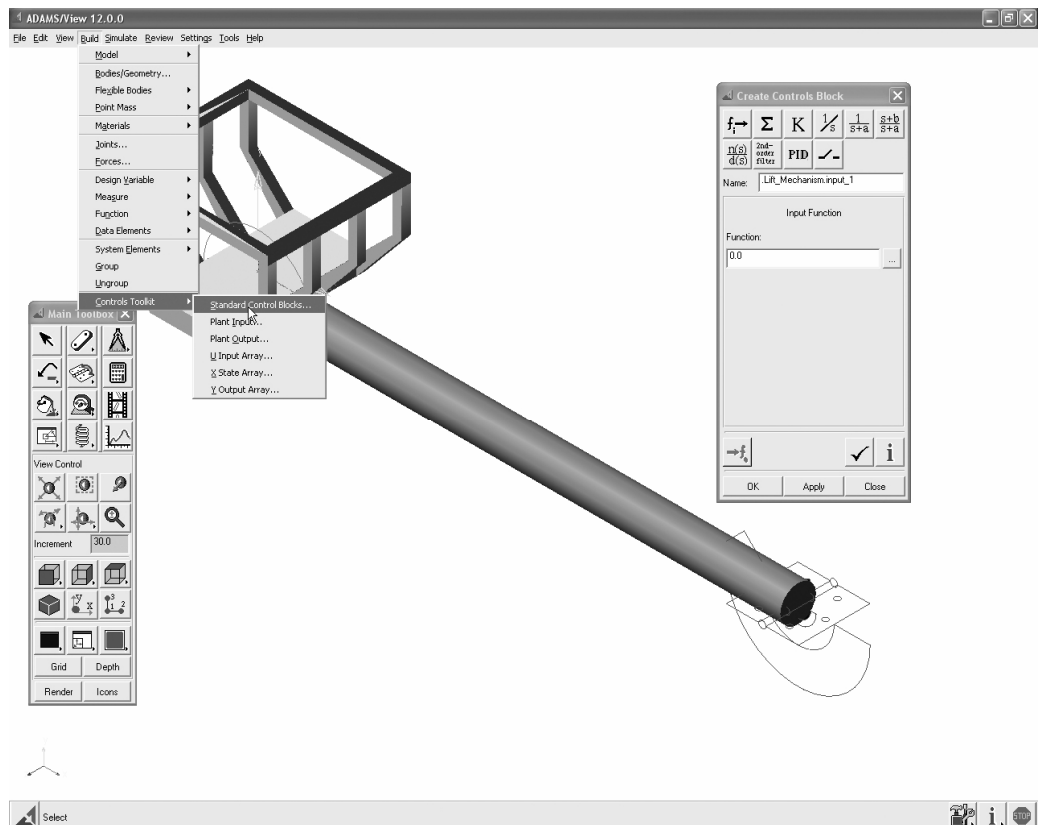
## Ako vytvoriť uzatvorený systém riadenia polohy koša s proporcionálnym regulátorom a spätnou väzbou pomocou nástrojov Controls Toolkit v module ADAMS/View

**Úloha:** Treba navrhnuť spätnoväzobný regulačný obvod na riadenie priebehu vyrovnávajúceho momentu, ktorý udrží montážny kôš (bucket) vo vodorovnej polohe počas predpísaného otáčania ramena (boom).

Načítajte model montážneho koša (kos\_start.cmd) v ktorom je rameno spojené so základom (ground) rotačnou geometrickou väzbou. V tomto spojení pôsobí na rameno kinematická väzba vo forme predpísaného pohybu (motion) podľa harmonickej funkcie  $SHF(x, x_0, a, \omega, \phi, b)$ , vyjadrenej vzťahom:

$SHF = a \cdot \sin((\omega(x-x_0) - \phi)) + b$ , pričom nezávislá premenná je  $x = \text{time}$ , jej posunutie  $x_0 = 0$ , amplitúda  $a = 90^\circ$ , frekvencia  $\omega = 360^\circ/\text{s}$ , fázové posunutie  $\phi = 90^\circ$  a stredná hodnota posunutia  $b = 90^\circ$ , teda rameno sa periodicky kýve v rozsahu od  $-180^\circ$  po  $0^\circ$ . Montážny kôš je pripojený na rameno rotačnou geometrickou väzbou, v ktorej by mal pôsobiť vyrovnávací moment.

Uskutočnite overovaciu simuláciu (end = 1s, steps = 100) otáčania ramena montážneho koša bez vyrovnávacieho momentu.



Obr.1 Model montážneho koša a paleta nástrojov Controls Toolkit v prostredí ADAMS/View.

## Zoznámte sa s dialógovým panelom nástrojov Controls toolkit

A/View menu: Build, Controls Toolkit, Standard controls Blocks. V dialógovom paneli nástrojov Controls toolkit sú k dispozícii prvky lineárnych spojitých systémov riadenia mechanického modelu vo forme diferenciálnych rovníc, ktoré priamo v prostredí ADAMS/View a bez nutnosti použiť modul ADAMS/Controls umožňujú utvárať:

- blok vstupného signálu (input signal block),
- sčítací blok (summing junction block),
- blok zosilnenia (gain block),
- integračný blok (integrator block),
- dolný prepúšťací filter (low pass filter block),
- filter predstihu a oneskorenia (lead-lag filter block),
- používateľom definovanú prenosovú funkciu (user defined transfer function block),
- filter druhého rádu (second order filter block),
- blok PID proporcionálneho, integračného a derivačného riadenia (PID control block) a
- vypínač (switch block)

### **Ako utvoriť v modeli premennú veličinu ADAMS/View Design Variable, stavovú premennú ADAMS/Solver State Variable a merač (Measure\_Solver\_Computed) stavovej premennej**

**Premennú veličinu** ADAMS/View Design Variable, typu Variable v zozname DN (Database Navigator) modelovacích prvkov virtuálneho modelu, utvárame modelovacím povelom (statement) cez A/View menu: Build, Design Variable, New a do .adm súboru vstupuje len ako konštantná číselná hodnota modelovacieho prvku, pričom to môže byť akýkoľvek výraz, ktorý utvárame v prostredí utvárača výrazov (Expression Builder).

Ak chceme premennú ADAMS/View Design Variable zmeniť, alebo si prezrieť zoznam jej parametrov použijeme vykonávací povel (command) cez A/View menu: Build, Design Variable, Modify.

**Stavovú premennú** ADAMS/Solver State Variable typu ADAMS/Variable v zozname DN (Database Navigator) modelovacích prvkov, alebo označenú ako Variable v .adm súbore, utvárame modelovacím povelom (statement) cez A/View menu: Build, System Elements, State Variable a je to stavová premenná, ktorej hodnotu vyčísluje A/Solver v každom simulačnom kroku, pričom to môže byť akákoľvek funkcia, ktorú utvárame v prostredí utvárača funkcií (Function Builder).

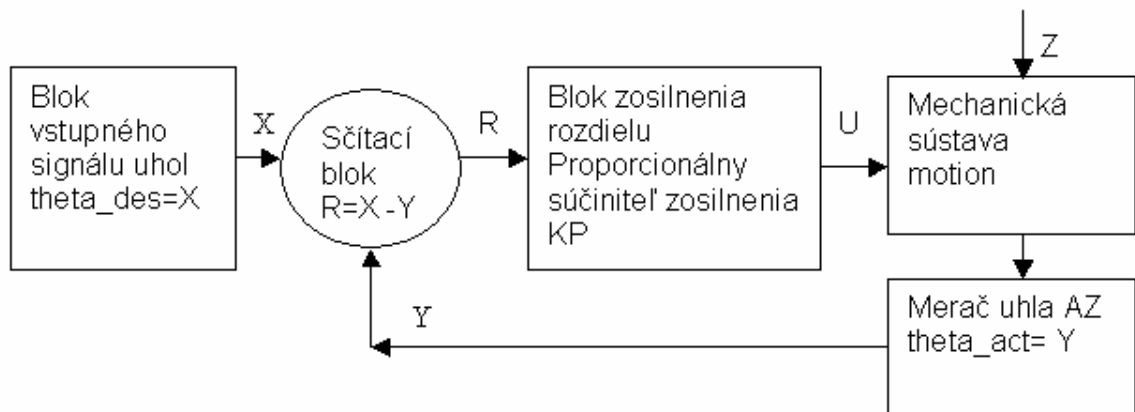
Ak chceme stavovú premennú ADAMS/Solver State Variable zmeniť, alebo si prezrieť zoznam jej parametrov použijeme vykonávací povel (command) cez A/View menu: Build, System Elements, State Variable, Modify.

**Merač** (Measure\_Solver\_Computed) stavovej premennej poskytuje vstupný signál po vyčíslení stavovej premennej pomocou funkcie VARVAL.

## Ako vytvoriť uzatvorený systém riadenia polohy koša s proporcionálnym regulátorom a spätnou väzbou pomocou nástrojov Controls Toolkit

Utvorte **vyrovnávací moment** polohy koša (MTB, Applied Force: Torque (Single Component), Run Time Direction: Two bodies, Action body: bucket, Reaction body: boom), Select Action Point, klik (R) v mieste osi rotácie koša, Select: Bucket.Torq\_I\_mar, Select Reaction Point, (R), Select: Boom.Torq\_J\_mar, MTB, Select, utvorí sa ikona vyrovnávacieho momentu **Sforce\_1**, ktorý bude pôsobiť na kôš (bucket).

Na to, aby vyrovnávací moment udržiaval kôš pri zmene polohy ramena stále v horizontálnej polohe, použite proporcionálny regulátor so spätnou väzbou podľa nasledovnej schémy uzatvoreného systému riadenia:



- X - vyžadovaná porovnávací (referenčná) veličina (uhol):  $\theta_{des} = 0$
- Y - meraná regulovaná veličina (okamžitý uhol):  $\theta_{act} = AZ$
- R - rozdiel (error) v sčítacom bloku:  $\theta_{sum} = \theta_{des} - \theta_{act}$
- KP - proporcionálny súčiniteľ zosilnenia ( $1.0E+009$ )
- U - akčná regulačná veličina (torque\_gain) je zosilnenie pre vyrovnávací moment Sforce\_1: torque\_gain,  $U = KP \cdot R$
- Z - poruchová veličina (predpísaný pohyb mechanickej sústavy): Motion

Obr.2 Schéma uzatvoreného systému riadenia polohy koša s proporcionálnym regulátorom a spätnou väzbou

**Prvý vstupný signál X** do sčítacieho bloku regulátora bude vyžadovaná nulová hodota uhla (**theta\_des**), ktorý zvierá os x markera ťažiska koša s osou x globálneho systému vzťažného priestoru (ground). Prvý vstupný signál utvoríme cez A/View menu: Build, Controls Toolkit, Standard Controls Blocks, Create Input Signal Block. Premenujte prednastavený názov input\_1 na theta\_des, Apply. Do databázy DN automaticky pribudne 5 premenných (Variable: input\_fun, input\_vvar, output\_vvar, \_subname, \_subobjs), merač (Measure\_Solver\_Computed: theta\_des), a stavová premenná (ADAMS\_Variable: theta\_des\_input), pričom všetky tieto premenné patria modelovaciemu prvku: theta\_des (controls\_input).

Zostávate v paneli Standard Controls Blocks pre modelovanie regulátora a **druhý vstupný signál Y** do sčítacieho bloku regulátora bude okamžitý uhol (**theta\_act**) koša. Kliknite na Create an input signal block. Premenujte názov vstupu na theta\_act. Okamžitý uhol (theta\_act) koša utvorte v prostredí utvárača funkcií (Function Builder), All Functions, Angle about Z, podľa funkcie AZ, ktorá meria uhol natočenia markera (bucket.cm) ťažiska koša okolo osi z markera (ref\_mar) vzťažného priestoru ground. Syntax funkcie je AZ(Object, Ref\_Frame), alebo pomocou markerov AZ(To\_Marker, From\_Marker), pričom na výpočet uhla AZ slúži dvojargumentová funkcia  $ATAN2(\hat{x}_T \cdot \hat{y}_F, \hat{x}_T \cdot \hat{x}_F)$ , ktorá vyčísluje  $\arctg(y/x)$  podľa priemetov jednotkového vektora  $\hat{x}_T$  markera koša do osí x, y vzťažného systému ground s jednotkovými vektormi  $\hat{x}_F, \hat{y}_F$ . Klikneme Apply.

**Regulačný rozdiel R** referenčnej, vyžadovanej hodnoty uhla (theta\_des) a okamžitej hodnoty uhla (theta\_act) utvorte sčítacím blokom Create a summing junction block), (sum\_1 premenujte na **theta\_sum**), Input1: (R) Browse, DN, theta\_des, Input2, (R) Browse, DN, theta\_act, pričom znamienko uhla (theta\_act) zmeňte na mínus, aby sa okamžitá hodnota odčítala od referenčnej. Do DN pribudne theta\_sum (controls\_sum). Kliknite na Apply.

Utvorte **regulačný blok zosilnenia U** signálu pre riadenie priebehu vyrovnávacieho momentu Sforce\_1 polohy koša, Create Controls Block. Zosilnenie gain\_1 vyrovnávacieho momentu Sforce\_1 premenujte na **torque\_gain**, input (R) controls\_sum, DN, (theta\_sum) a hodnotu proporcionálneho súčiniteľa zosilnenia nastavte na 1e9. Do zoznamu modelovacích prvkov Databázového navigátora (DN) pribudne torque\_gain (controls\_gain). Kliknite na OK.

Utvorte **merač (torque\_measure)** vyrovnávacieho momentu Sforce\_1 tak, že kliknete pravým tlačítkom myši (R) na ikonu momentu, Measure. Premenujte Torque: Sforce\_MEA\_1 na torque\_measure, potom zvolte: measure (utvoriť merač), torque (moment) a component (súradnicu) z, OK.

Aby sa hodnota riadiaceho vyrovnávacieho momentu torque\_gain pre Sforce\_1 menila v riadiacom systéme podľa výpočtu zosilnenia U (torque\_gain), pripojte ho s meračom Measure\_Solver\_Computed (torque\_gain. torque\_gain). Kliknite (R) na ikonu momentu, modify, function. V modelári funkcií (Function Builder) pre getting object data priradíte z databázy measure: torque\_gain.

torque\_gain, ktorý násobí okamžitú hodnotu stavovej premennej (ADAMS\_Variable) torque\_gain\_input konštantnou hodnotou 1.0E+009 proporcionálneho súčiniteľa zosilnenia (gain) (Design\_Variable) so podľa syntaxe:

`1.0E+009 * varval(.plosina_start.torque_gain.torque_gain_input).`

Po simulácii (end =1s, steps = 100) sa presvedčte, že pri rotácii ramena si kôš zachováva horizontálnu polohu pôsobením vyrovnávacieho momentu.