

Tutoriál pre vytvorenie prepojenia medzi simulačným prostredím Matlab/Simulink a vizualizačným prostredím InTouch

Tento výukový modul ilustruje prepojenie simulačného prostredia Matlab/Simulink s vizualizačným prostredím InTouch prostredníctvom DDE rozhrania. Tutoriál môže byť využitý pre účely predmetu Simulačné systémy, Optimálne riadenie hybridných systémov, Riadenie a umelá inteligencia alebo Distribuované systémy riadenia.

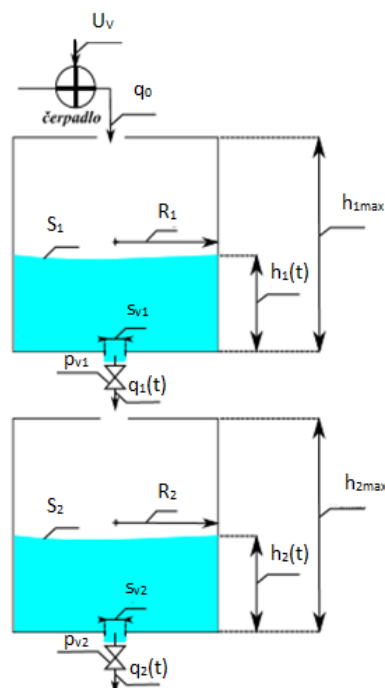
Dostupný je na stránkach uvedených predmetov.

Úlohy:

1. Vytvorenie simulačného modelu hydraulického systému
2. Simulácia riadenia hydraulického systému
3. Vizualizácia prechodových dejov riadení hydraulického systému
4. Vytvorenie prepojenia simulačného modelu a vizualizácie s využitím DDE rozhrania
 - a. Vytvorenie základných komunikačných prvkov DDE komunikácie
 - b. Vytvorenie DDE vo vizualizačnom nástroji InTouch
 - c. Stiahnutie a nastavenie DDE knižnice pre vytvorenie DDE v prostredí Simulink
 - d. Využitie DDE funkcií pre vytvorenie prepojenia z prostredia Matlab

1. Vytvorenie simulačného modelu hydraulického systému

Uvažujeme o hydraulickom systéme dvoch nádrží bez interakcie:



Parametre:

Označenie	Popis
S_1	plocha hladiny v 1. nádrži
S_2	plocha hladiny v 2. nádrži
s_{v1}	prierez odtokového otvoru 1. nádrže
s_{v2}	prierez odtokového otvoru 2. nádrže
p_{v1}	otvorenie ventilu 1. nádrže
p_{v2}	otvorenie ventilu 2. nádrže
g	gravitačné zrýchlenie
a	konštanta zosilnenia

Fyzikálne veličiny:

Označenie	Popis
$U_v(t)$	napätie motora čerpadla
$q_0(t)$	prítok do 1. nádrže
$q_1(t)$	voľný odtok z 1. nádrže
$q_2(t)$	voľný odtok z 2. nádrže
$v_1(t)$	rýchlosť poklesu hladiny v 1. nádrži
$v_2(t)$	rýchlosť poklesu hladiny v 2. nádrži
$v_{11}(t)$	odtoková rýchlosť z 1. nádrže
$v_{22}(t)$	odtoková rýchlosť z 2. nádrže
$h_1(t)$	výška hladiny v 1. nádrži
$h_2(t)$	výška hladiny v 2. nádrži

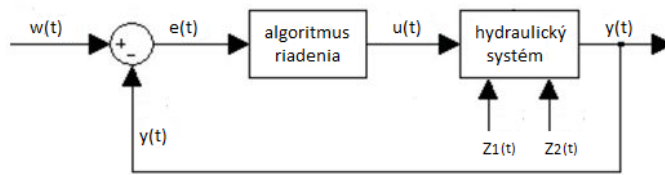
Dynamiku tohto systému popisujú nelineárne diferenciálne rovnice, ktoré majú tvar:

$$\frac{dh_1(t)}{dt} = \frac{1}{S_1} \cdot ((a \cdot U_v) - s_{v1} \cdot p_{v1} \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h_1(t)})$$

$$\frac{dh_2(t)}{dt} = \frac{1}{S_2} \cdot (s_{v1} \cdot p_{v1} \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h_1(t)} - s_{v2} \cdot p_{v2} \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h_2(t)})$$

2. Simulácia riadenia hydraulického systému

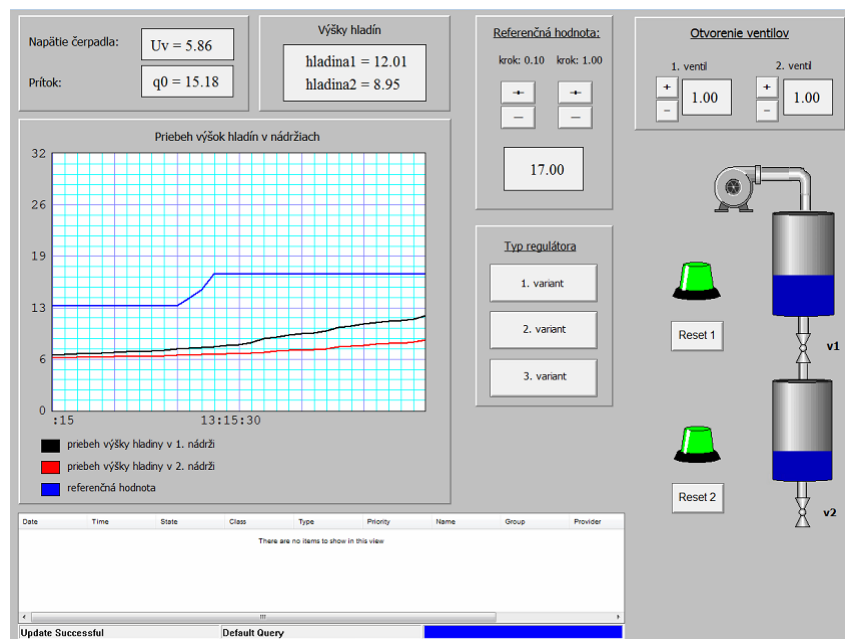
Riadenie hydraulického systému realizujeme v spätnoväzobnej riadiacej štruktúre. Blokovú schému spätnoväzobnej riadiacej štruktúry môžeme vidieť na nasledujúcom obrázku.



$Z1(t)$ a $Z2(t)$ reprezentujú v systéme vznik poruchy, ktoré sú simulované zmenou otvorenia ventilov p_{v1} , p_{v2} .

3. Vizualizácia prechodových dejov riadení hydraulického systému

Pre vizualizovanie riadenia hydraulického systému je v prostredí InTouch potrebné vytvoriť grafické používateľské rozhranie. To by malo obsahovať bloky ako Trends, Value Displays, Buttons, Lights, Panels a taktiež rôzne typy objektov zo Symbol Factory (tanks, pipes, valves, pumps...). Vizualizácia riadenia hydraulického systému môže mať nasledovný vzhľad.



4. Vytvorenie prepojenia simulačného modelu a vizualizácie s využitím DDE rozhrania

4a. Vytvorenie základných komunikačných prvkov DDE komunikácie

Pre vytvorenie komunikácie medzi prostrediami Matlab/Simulink a InTouch je potrebné si zdefinovať základné prvky DDE komunikácie, ktorými sú *Service Name*, *Topic*, *Item*.

Service Name predstavuje názov aplikácie, s ktorou bude InTouch komunikovať. *Topic* zahŕňa konkrétnu implementáciu v zvolenej aplikácii (napr. súbor.mdl, zošit.xlsx) a *Item* špecifikuje premenné a dáta, ktoré sa majú počas komunikácie posielat.

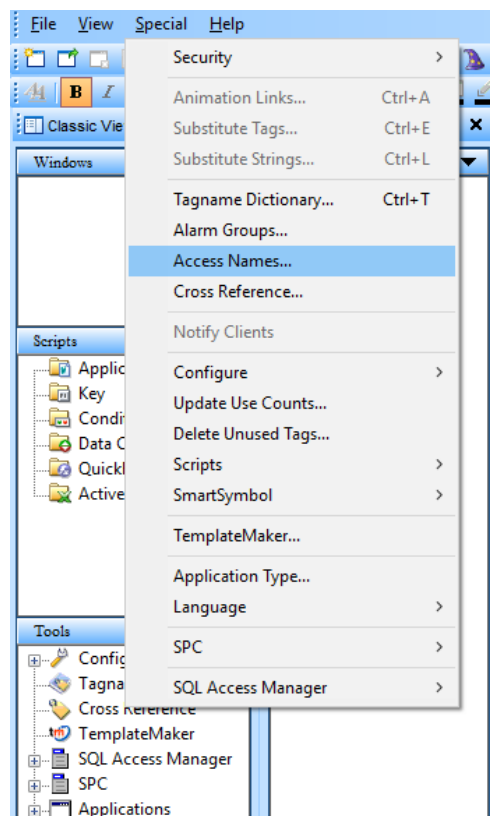
Vyplnenie týchto komunikačných prvkov pre dané prostredia je znázornené v tabuľke.

	MATLAB/SIMULINK	INTOUCH
SERVICE NAME	Matlab	view
TOPIC	tanks.mdl	tagname
ITEM	názov premennej	meno tagu

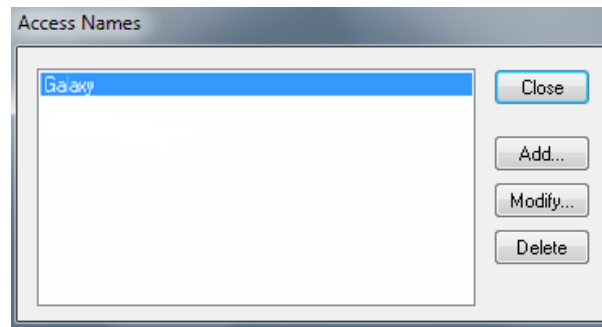
4b. Vytvorenie DDE vo vizualizačnom nástroji InTouch

Ako prvé je v aplikácii InTouch potrebné vytvoriť Access Name, teda prístupové meno, ktoré umožňuje prepojenie prostredia InTouch s prostredím Matlab/Simulink.

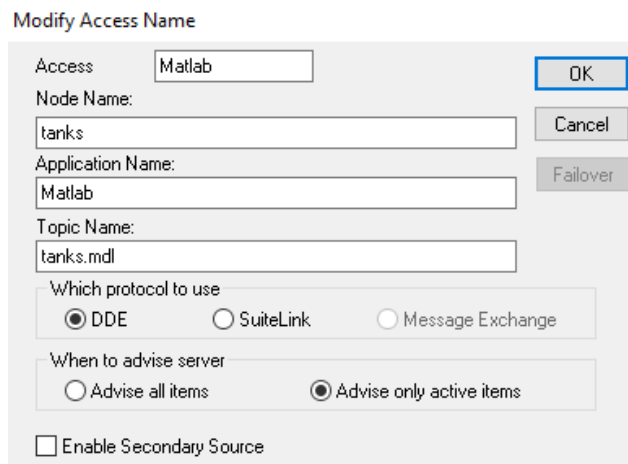
1. V aplikácii InTouch máme vytvorený projekt, ktorý je viditeľný v zozname InTouch aplikácií. Vyberieme si tento konkrétny projekt, ktorý chceme otvoriť a klikneme na **File | WindowMaker**.
2. V InTouch – WindowMaker klikneme na **Special | Access Names**.



3. Pre pridanie nového prístupového mena klikneme na **Add**.

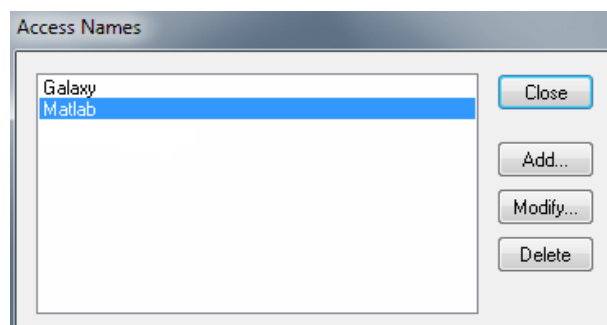


4. V okne **Add Access Name** vykonáme nasledujúce zmeny:



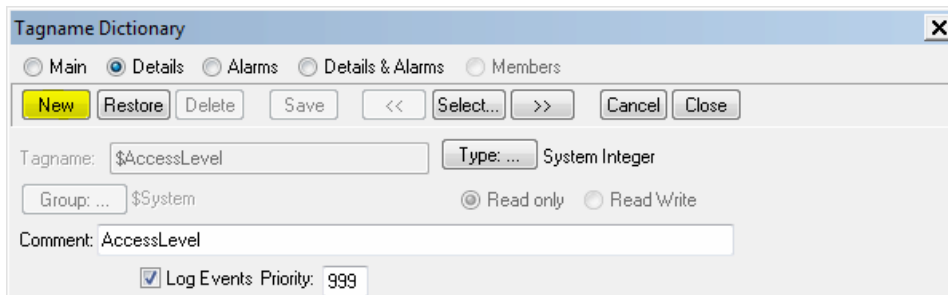
- V kolónke **Access** zadáme jedinečné prístupové meno. V tomto prípade je to **Matlab**.
- V **Node Name** zadáme predmet projektu.
- Do **Application Name** napíšeme **Matlab**.
- Do kolónky **Topic Name** napíšeme **tanks.mdl**.
- Pri **Which protocol to use** vyberieme možnosť **DDE**.
- Pri **When to advise server** vyberieme možnosť **Advise only active items**.

5. Po dokončení klikneme na tlačidlo **OK**.
6. Ak sa nám podarilo pridať prístupové meno, môžeme kliknúť na **Close**.



Ďalším krokom je pridanie tagov do Tagname Dictionary.

1. Vo **WindowMaker** klikneme na **Special | Tagname Dictionary**.
2. Pre pridanie nového tagu klikneme na **New**.



Tagname Dictionary

Main Details Alarms Details & Alarms Members

New Restore Delete Save << Select... >> Cancel Close

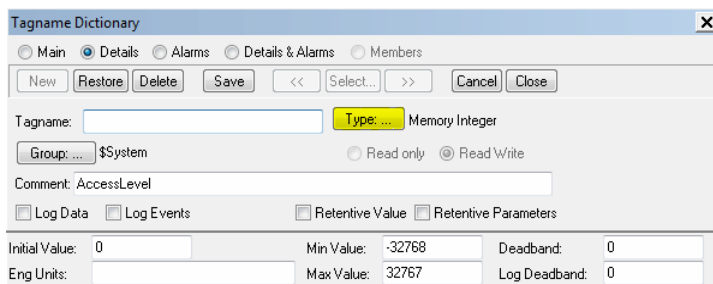
Tagname: \$AccessLevel Type: ... System Integer

Group: ... \$System Read only Read Write

Comment: AccessLevel

Log Events Priority: 999

3. Potom klikneme na **Type**.



Tagname Dictionary

Main Details Alarms Details & Alarms Members

New Restore Delete Save << Select... >> Cancel Close

Tagname: Type: ... Memory Integer

Group: ... \$System Read only Read Write

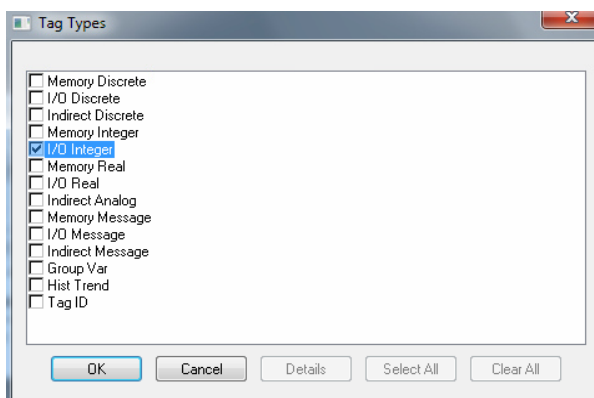
Comment: AccessLevel

Log Data Log Events Retentive Value Retentive Parameters

Initial Value: 0 Min Value: -32768 Deadband: 0

Eng Units: Max Value: 32767 Log Deadband: 0

4. V **Tag Types** si vyberieme **I/O Integer** a klikneme na **OK**.



Tag Types

Memory Discrete

I/O Discrete

Indirect Discrete

Memory Integer

I/O Integer

Memory Real

I/O Real

Indirect Analog

Memory Message

I/O Message

Indirect Message

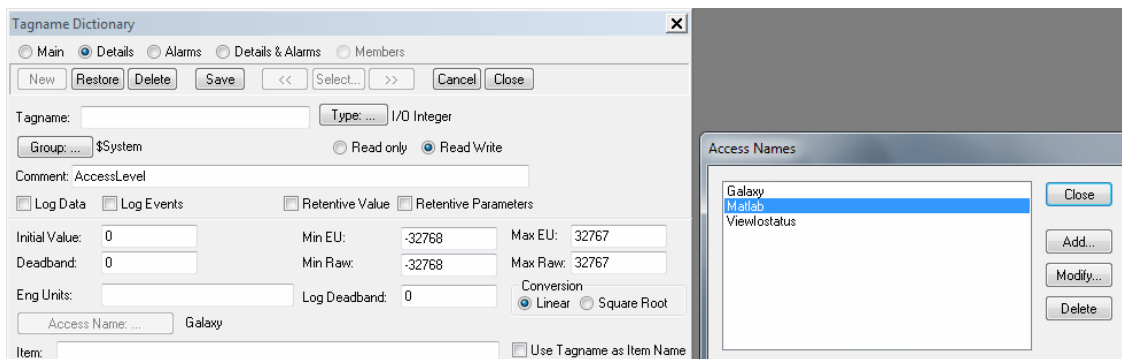
Group Var

Hist Trend

Tag ID

OK Cancel Details Select All Clear All

5. V **Tagname Dictionary** klikneme na **Access Name**. Tam vyberieme **Matlab** a potom klikneme na **Close**.



Tagname Dictionary

Main Details Alarms Details & Alarms Members

New Restore Delete Save << Select... >> Cancel Close

Tagname: Type: ... I/O Integer

Group: ... \$System Read only Read Write

Comment: AccessLevel

Log Data Log Events Retentive Value Retentive Parameters

Initial Value: 0 Min EU: -32768 Max EU: 32767

Deadband: 0 Min Raw: -32768 Max Raw: 32767

Eng Units: Log Deadband: 0 Conversion: Linear Square Root

Access Name: ... Galaxy Use Tagname as Item Name

Item:

Access Names

Galaxy

Matlab

Viewloststatus

Close

Add...

Modify...

Delete

6. V **Tagname Dictionary** v kolónke **Tagname** špecifikujeme **meno tagu** a zaškrtneme políčko **Use Tagname as Item Name**.

The screenshot shows the 'Tagname Dictionary' dialog box with the following settings:

- Tab: Details
- Buttons: New, Restore, Delete, Save, <<, Select..., >>, Cancel, Close
- Tagname: yref
- Type: I/O Real
- Group: \$System
- Read only: Read only, Read Write
- Comment: (empty)
- Log Data: Log Data, Log Events, Priority: 999
- Retentive Value: Retentive Value, Retentive Parameters
- Initial Value: 10
- Min EU: 0
- Max EU: 25
- Deadband: 0
- Min Raw: 0
- Max Raw: 10
- Eng Units: (empty)
- Log Deadband: 0
- Conversion: Linear, Square Root
- Access Name: Matlab
- Item: yref
- Use Tagname as Item Name:

7. Pri definovaní tagov je možné nastaviť aj obmedzenia ich nadobúdaných hodnôt. V **Tagname Dictionary** do kolónky **Min EU** napíšeme minimálnu hodnotu, ktorú môže tag nadobudnúť a do kolónky **Max EU** jeho maximálnu možnú hodnotu.
8. V **Tagname Dictionary** sa dá nastaviť aj počiatočná hodnota, ktorú ma tag nadobudnúť. To nastavíme vpísaním zvolenej hodnoty do kolónky **Initial Value**.
9. Pre uloženie nového tagu klikneme na políčko **Save**.
10. Týmto spôsobom vytvoríme všetky potrebné tagy.

4c. DDE knižnica pre vytvorenie DDE v prostredí Simulink

Pre úspešné inicializovanie komunikácie z prostredia Simulink je potrebné použiť DDE knižnicu, ktorá obsahuje už naprogramované bloky. Na stránke Mathworks je k dispozícii na stiahnutie DDE Library for Simulink. Táto knižnica obsahuje bloky *DDE Sink* a *DDE Source*, ktoré sú súčasťou súboru *ddelib.mdl*.

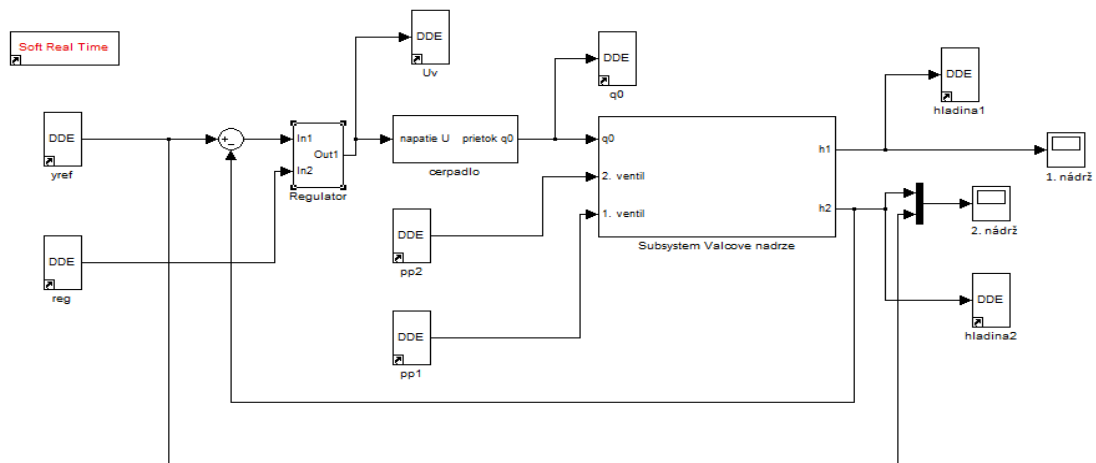
POZNÁMKA:

Stiahnutú knižnicu je potrebné skopírovať do toho istého priečinka, v ktorom sa nachádza simulačný model!

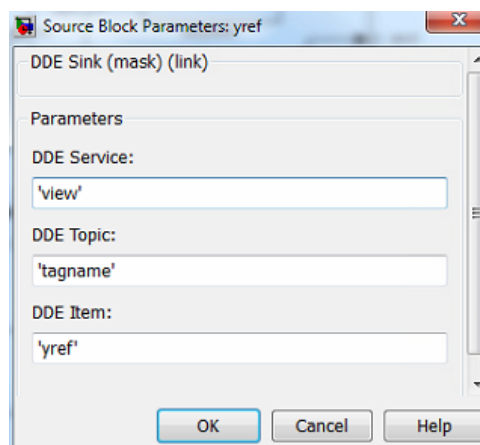
Knižnicu je možné stiahnuť na stránke:

<http://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/3376-dde-library-for-simulink>

Simulačný model s blokmi knižnice DDE:



Po pridaní blokov *DDE Source* a *DDE Sink* do simulačného modelu je potrebné tieto bloky nastaviť. Po dvojitom kliknutí na daný blok sa zobrazí okno, v ktorom vyplíšeme *DDE Service*, *DDE Topic* a *DDE Item*.



4d. DDE funkcie pre vytvorenie prepojenia z prostredia Matlab

Matlab je aplikáciou, ktorá pre prenos dát prostredníctvom DDE rozhrania obsahuje funkcie.

DDEINIT

Táto funkcia slúži na vytvorenie komunikačného kanála medzi klientom a serverom. Jej syntax je:

```
channel = ddeinit ('service', 'topic')
```

Ak je vrátená hodnota nenulová, kanál bol úspešne vytvorený. Inak vytvorenie kanála zlyhalo.

Príkaz v prostredí Matlab pre vytvorenie DDE komunikácie s prostredím InTouch má tvar:

```
channel = ddeinit ('view', 'tagname')
```


DDEREQ

Na vyžiadanie údajov z aplikácie prostredníctvom vytvoreného kanála slúži funkcia DDEREQ.

`x = ddereq (channel, 'item name')`

Vyžiadaná hodnota bude uložená do premennej `x`, alebo akejkoľvek určenej premennej v Matlabe.

`x = ddereq (channel, 'yref')`

DDEPOKE

Funkcia, ktorá zabezpečuje odosielanie dát z Matlabu do inej aplikácie.

`ddepoke (channel, 'item name', variable name)`

Dáta z *variable name* sú hodnoty, ktoré sa odosielajú a *item name* je premenná, v ktorej majú byť hodnoty uložené.

`ddepoke (channel, 'yref', x)`

DDETERM

Na ukončenie komunikácie medzi aplikáciami slúži funkcia DDETERM.

`ddeterm (channel)`

Všetky DDE funkcie Matlabu sú popísané v tabuľke.

Funkcia	Opis
ddeinit	inicializácia komunikácie so serverom
ddeterm	ukončenie komunikácie so serverom
ddeadv	žiadosť o nadviazanie upozorňovacej slučky so serverom
ddeunadv	ukončenie upozorňovacej slučky so serverom
ddereq	žiadosť o dáta zo serveru
ddepoke	poslanie dát serveru
ddeexec	žiadosť o vykonanie príkazu serveru

POZNÁMKA:

Dôležitou podmienkou úspešného nadviazania komunikácie medzi prostrediami Matlab/Simulink a InTouch je, aby OBE tieto aplikácie boli NARAZ SPUSTENÉ!

Bez splnenia tejto podmienky k nadviazaniu komunikácie (a teda aj k výmene údajov) NEDÔJDE.

DDE komunikáciu podporuje Matlab iba do verzie Matlab R2011.