

Seminari iz Opće fizike 3

Modeliranje dinamičkih sustava
pomoću Vensim-a

Petar Stipanović
2015/16

The background features a dark blue gradient with abstract, flowing white and light blue shapes. A prominent glowing sphere with intersecting white lines is positioned on the right side. The entire scene is overlaid with a pattern of binary code (0s and 1s) that appears to be moving or flowing across the frame.

❖ Seminari

- komponenta koja se može polagati samo tijekom održavanja nastave
- **10%** ukupne ocjene
- složeniji zadaci vezani za gradivo iz Opće fizike 3
- grupno ili individualno rješavanje
- rješenja moraju biti predana u obliku **izvješća**
 - može biti grupno (zajedničko)
 - 4 boda
- **prezentacija** rješenja
 - nakon predanog izvješća
 - svaki student izlaže (prezentira) dio ~ (10-20) min
 - svaki član grupe mora poznavati cjelokupni rad i biti spreman odgovoriti na postavljena pitanja
 - 6 bodova
- **rokovi**
 - min. 2 tjedna nakon dobivanja zadatka
 - nagrada za izlaganje iza danog roka: za svaki tjedan **(-2 boda)**

❖ Izvješća - struktura

- Pisati na način da izvješće može razumjeti netko tko nije sam riješio zadani problem
- Struktura izvješća
 - **Naslovna stranica** (ime fakulteta, predmet, naslov seminara, imena studenata, mjesto i datum)
 - **Sadržaj** (popis naslova po stranicama)
 - **Uvod** (opis problema, zadatak)
 - **Metoda** (rješavanje problema, skica problema, analitičko rješenje, priložena simulacija čije je osobine potrebno raspraviti)
 - **Provjera** (testovi simulacije za posebne slučajeve te navođenje barem jedne usporedbe s analitičkim proračunom ili poznatim rezultatom)
 - **Rezultati** (prikaz u grafičkom ili tabličnom formatu)
 - **Analiza i interpretacija** (kvaliteta rezultata, kvalitativni i kvantitativni odnosi, odgovori na pitanja, primjene, prijedlozi)
 - **Log** (uloženo vrijeme, raspored poslova po autorima)
 - **Literatura** (popis knjiga, članaka, web-stranica)

❖ Izvješća - napomene

- Mora sadržavati naslovnu stranicu, ostale moraju naslovima biti podijeljene u logičke cjeline i numerirane
- **Fizikalne veličine**
 - pisati mjerne jedinice uz iznose
 - razlikovati vektore i skalare
 - opisati što koja oznaka predstavlja
- **Jednadžbe**
 - redni brojevi desno
 - u tekstu se pozivati koristeći njihove pripadne redne brojeve
- **Slike i tablice**
 - mora pisati naziv i redni broj te opis onog što prikazuje
npr. Slika 1. Tijelo mase m obješeno o oprugu konstante elastičnosti k
 - u tekstu se pozivati koristeći njihove pripadne redne brojeve
- **Literatura**
 - Autori: “Naslov knjige”, Izdavač, Grad, godina.
 - Autori: “Naslov članka”, s Interneta, web adresa, datum.
 - Google ne može biti članak, on je pretraživač članaka.

❖ Vensim - download

- freeware alat za simulaciju dinamičkih sustava
- rješava vremenski ovisne diferencijalne jednadžbe
- download: <http://www.vensim.com/freedownload.html>

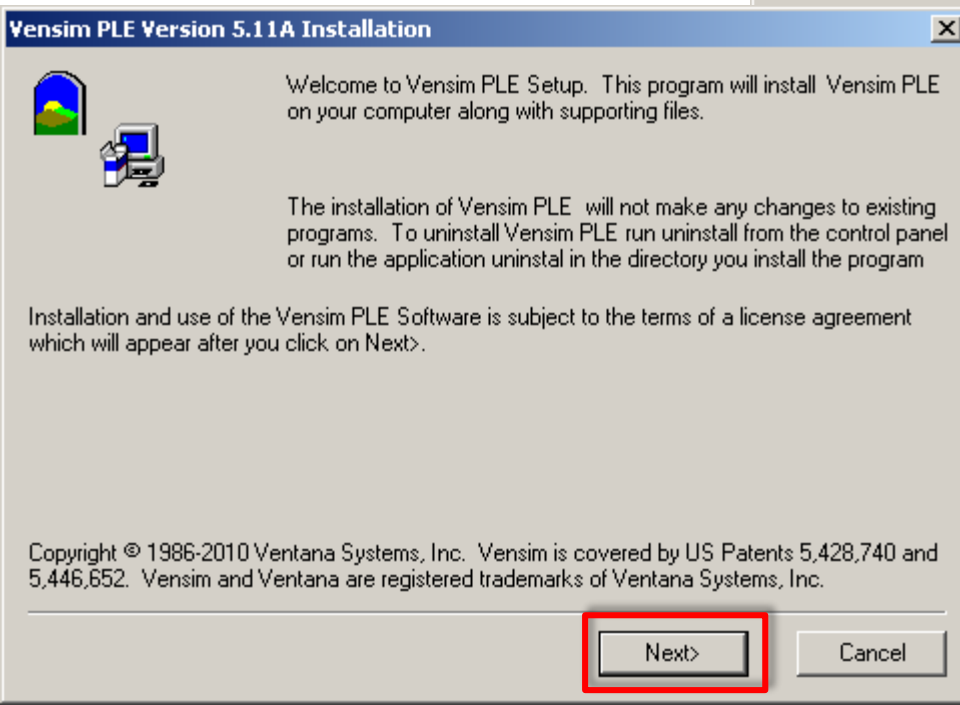
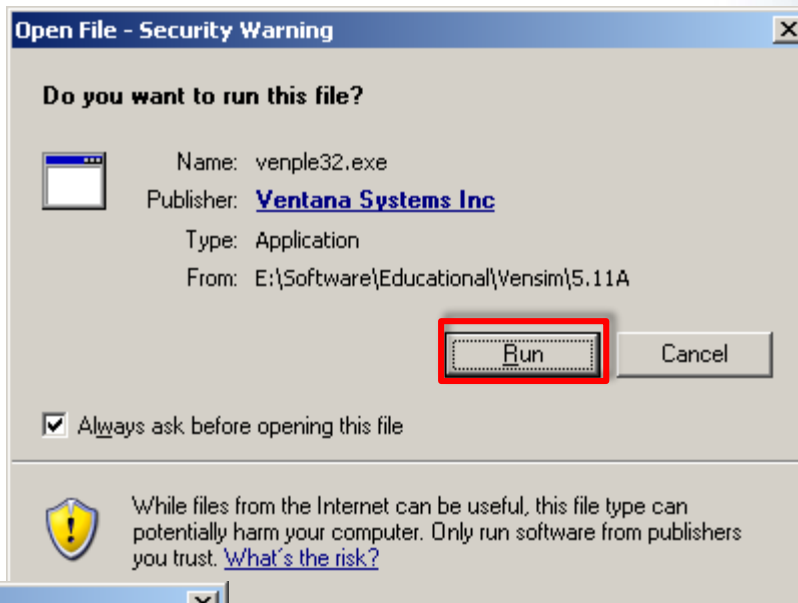
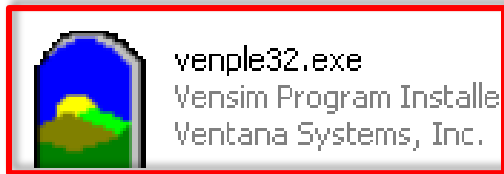
Choose a Product and Platform:

Anti-spam	<input checked="" type="checkbox"/> Please tick this box
Product	<input checked="" type="radio"/> Vensim PLE 6.3 <input type="radio"/> Vensim PLE 5.11A <input type="radio"/> Model Reader
Platform	<input checked="" type="radio"/> Windows (XP/Vista/7/8/8.1) <input type="radio"/> Macintosh OSX (10.4+)
Vensim newsletter	<input type="checkbox"/> Subscribe Name <input type="text" value="Petar Stipanović"/> PLEASE NOTE: DOWNLOAD INSTRUCTIONS WILL BE EMAILED TO YOU, A FAKE EMAIL ADDRESS HERE WILL NOT WORK. Email address <input type="text" value="pero@pmfst.hr"/> Retype email address <input type="text" value="pero@pmfst.hr"/> The Vensim newsletter is used for announcements of software updates, courses, and related information. Frequency is low – typically quarterly – and addresses are never shared.

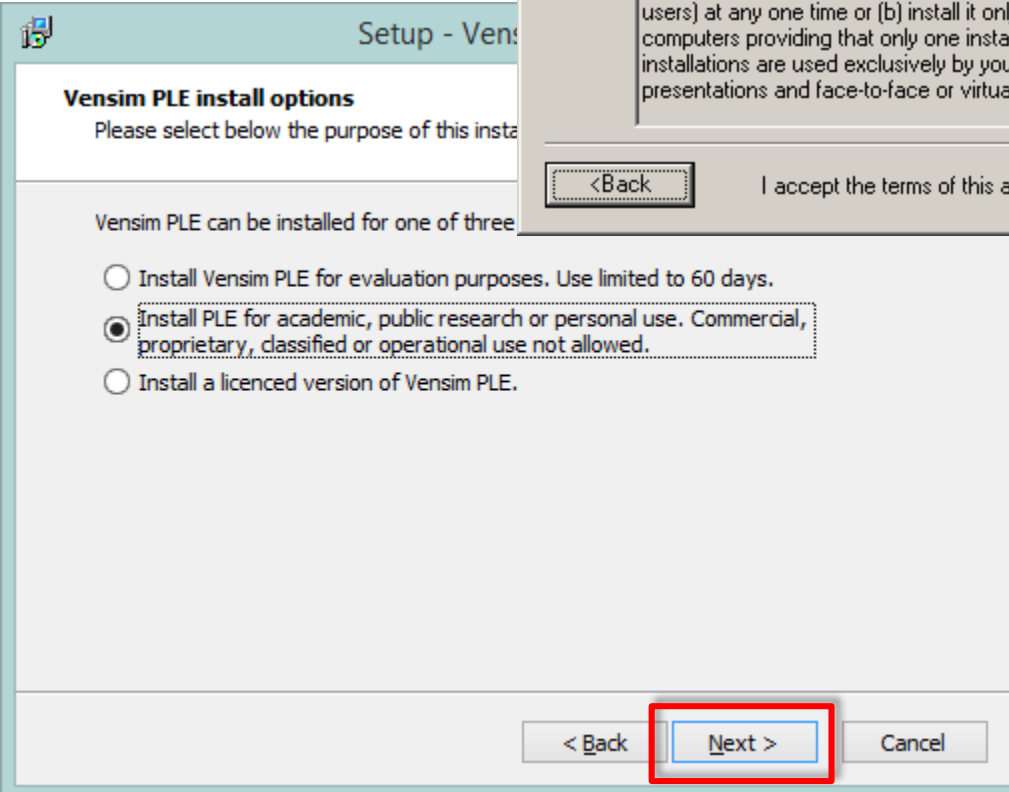
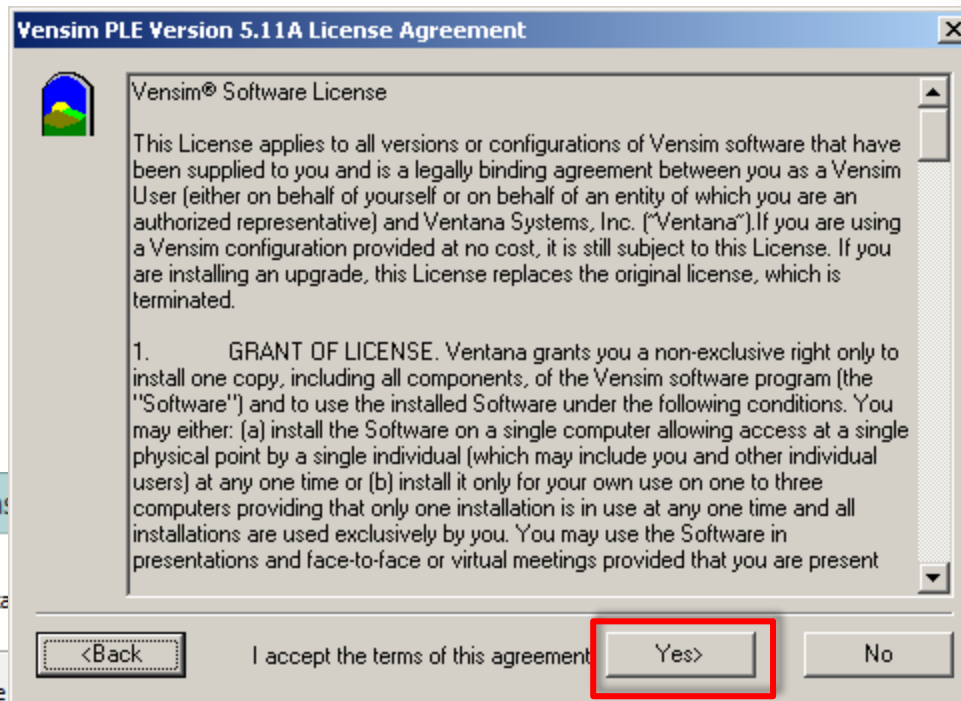
unesite svoje podatke

Download software

❖ Vensim - instalacija



❖ Vensim - instalacija



Vensim - instalacija

Vensim PLE Version 5.11A Installation Registration

Enter software registration information here.

Your name:
upisati_ime

Company name:
Academic Use Only

NOTE Vensim version 4 registration codes will not work.

<Back **Next>** Cancel

Setup - Vensim

Select Additional Tasks
Which additional tasks should be performed?

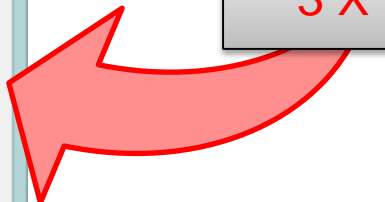
Select the additional tasks you would like Setup x32, then click Next.

Additional options
 Reset all Vensim settings (existing settings will be backed up)

Additional icons:
 Create a desktop icon

< Back **Next >** Cancel

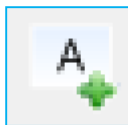
3 X Next>



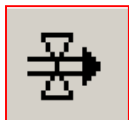
Vensim - alati



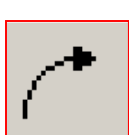
akumulacijska varijabla (nova vrijednost = stara vrijednost + promjena) $P(t+\Delta t)=P(t)+\Delta P$, veličine koje su derivirane



varijabla koja služi za pohranu jednadžbe, konstante ili vrijednosti koja se ne akumulira u vremenu



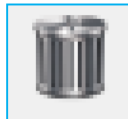
brzina promjene varijable u vremenu $dP(t)/dt$



strelica, spojnica kojom povezujemo ovisne veličine



upis vrijednosti, jednadžbi... za odabrane objekte



brisanje odabranih objekata



grafički prikaz ovisnosti odabranih veličina o vremenu

❖ Vensim - operatori

Relacijski

<	manje od
>	veće od
<=	jednako ili manje od
>=	jednako ili veće od
=	jednako
<>	različito od

Aritmetički

+	zbrajanje
-	oduzimanje
*	množenje
/	dijeljenje
^	potenciranje
()	prioritet operacija

Logički

:AND:	i
:OR:	ili
:NOT:	ne

- operator pridruživanja vrijednosti već su upisani kao =
- za rješavanje diferencijalne jednačbe n-tog reda potrebno je imati n početnih uvjeta

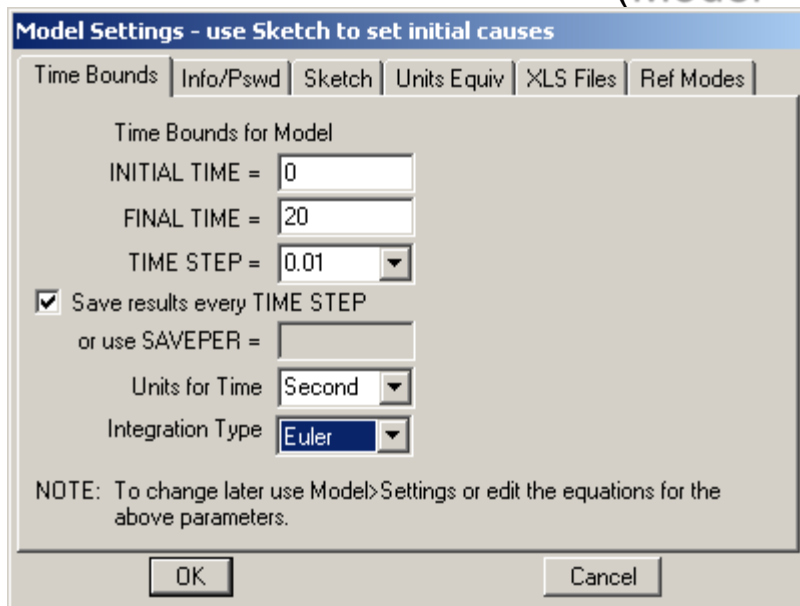
❖ Vensim – 1. zadatak

- Koristeći Vensim prikažite tijekom prvih 20s promjenu položaja tijela koje se giba jednoliko brzinom 5m/s ako mu je početni položaj -20m.

- ✓ rješenje: Zad_1.mdl
- ✓ koordinatni sustav kojem je ishodište 20m udaljeno od $x(0)$
- ✓ napišemo diferencijalne jednadžbe prvog reda koje opisuju dani problem i zadane jednadžbe za početne uvjete

$$x(0) = -20 \text{ m} \quad v_x = \frac{dx}{dt} \Rightarrow x(t + \Delta t) = x(t) + \int_t^{t+\Delta t} v_x dt$$

- ✓ definiramo vremensku skalu (**Model => Settings...**)



Model Settings - use Sketch to set initial causes

Time Bounds | Info/Pswd | Sketch | Units Equiv | XLS Files | Ref Modes

Time Bounds for Model

INITIAL TIME = 0

FINAL TIME = 20

TIME STEP = 0.01

Save results every TIME STEP

or use SAVEPER =

Units for Time: Second

Integration Type: Euler

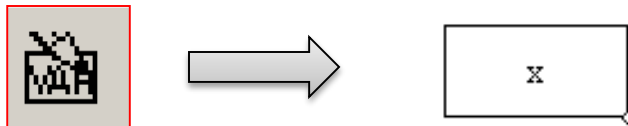
NOTE: To change later use Model>Settings or edit the equations for the above parameters.

OK Cancel

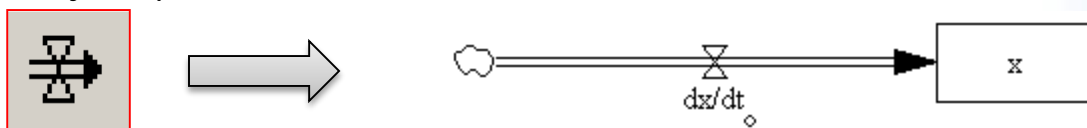
vremenski korak
mora biti dovoljno
mali kako ne bi
utjecao na rješenje

❖ Vensim – 1. zadatak

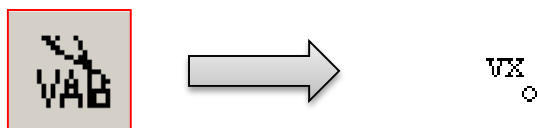
- ✓ sve varijable čije imamo vremenske derivacije definiramo kao akumulacijske



- ✓ definiramo brzinu promjene (strelica mora završiti u pripadnoj akumulacijskoj varijabli)



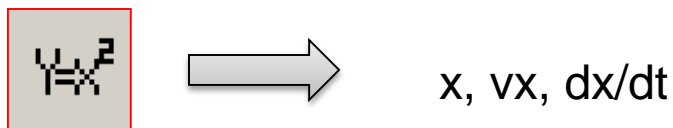
- ✓ dodamo konstante i varijable koje se ne akumuliraju (stara+promjena)



- ✓ povežemo zavisne veličine

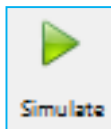
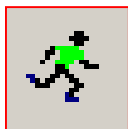


- ✓ upišemo iznose, mjerne jedinice i relacije za svaki dodani objekt



❖ Vensim – 1. zadatak

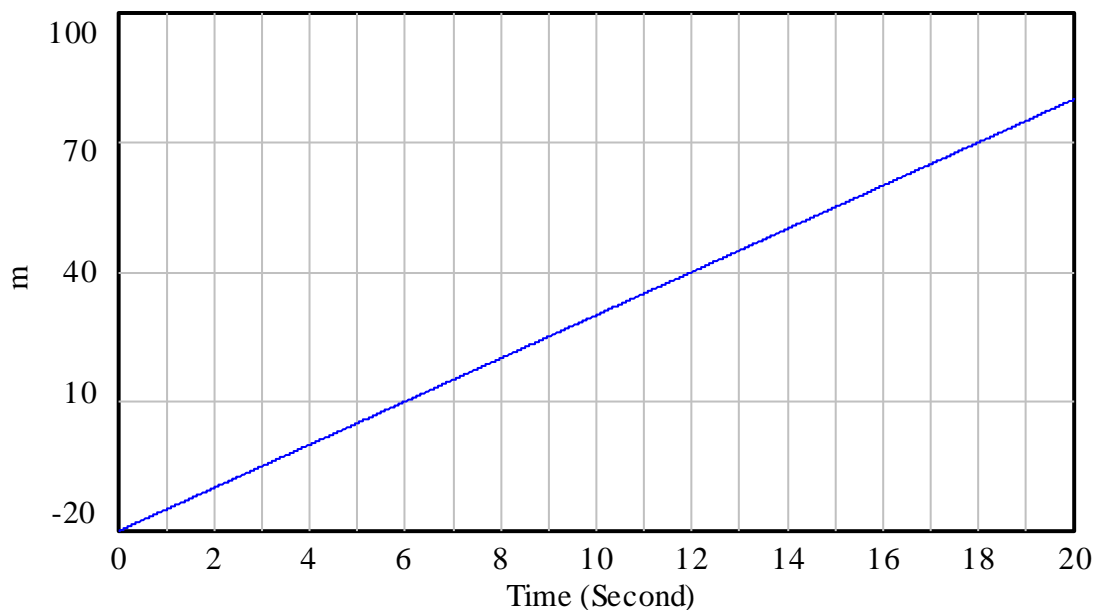
- ✓ upisane jednađbe
 - ❖ za x ($=\text{INTEG}(\text{"dx/dt"})$, Initial Value -20 , Units: m)
 - ❖ za dx/dt ($=vx$, Units: m/Second)
 - ❖ za vx ($=5$, Units: m/Second)
- ✓ provjera (**Model => Check Model; Model => Units Check**)
- ✓ pokretanje simulacije



- ✓ grafički prikazi veličina, odaberemo x pa



x



x : Current

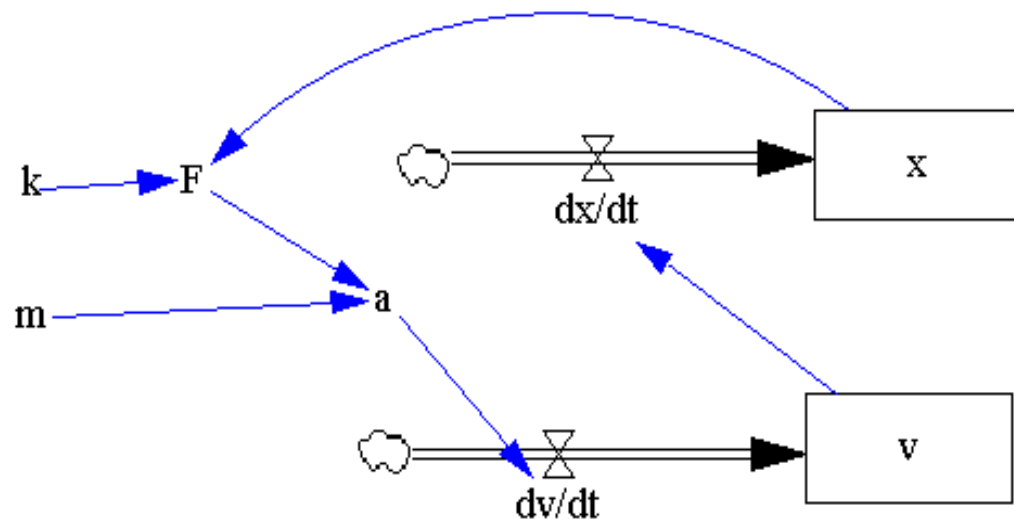
❖ Vensim – 2. zadatak

- Koristeći Vensim napravite simulaciju titranja tijela mase $m=20\text{g}$ obješenog o oprugu konstante elastičnosti $k=80\text{ mNm}^{-1}$ ako se tijelo u početnom trenutku nalazi 2cm od ravnotežnog položaja i ima brzinu -0.5 cms^{-1} .

- ✓ rješenje: Zad_2.mdl
- ✓ rješavamo analogno kao prethodni problem

$$F = -kx; \quad a_x = \frac{F}{m}; \quad a_x = \frac{dv_x}{dt}; \quad v_x = \frac{dx}{dt}$$

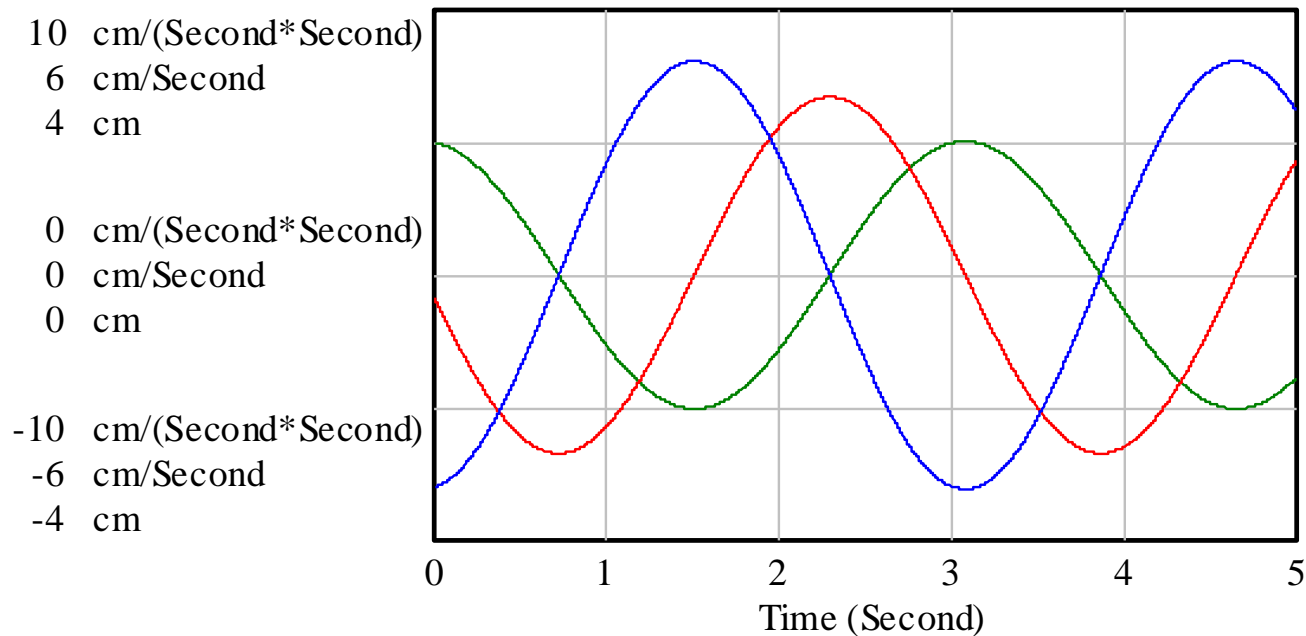
$$x(0) = 2\text{ cm}; \quad v(0) = -0.5\text{ cm/s}$$



❖ Vensim – 2. zadatak

- ✓ ovisnost položaja, brzine i akceleracije o vremenu

Selected Variables

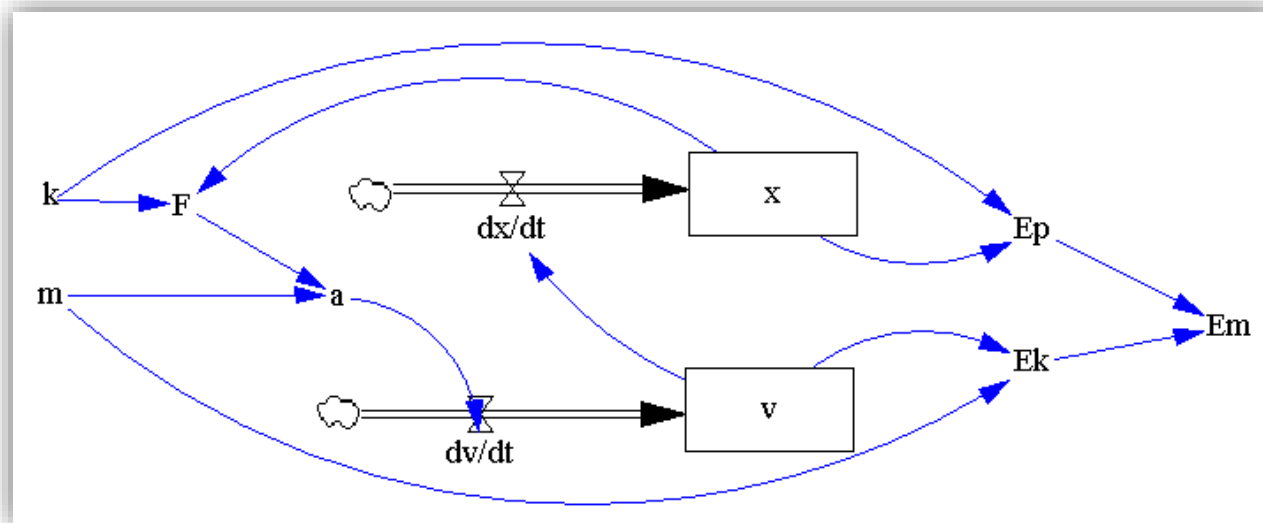


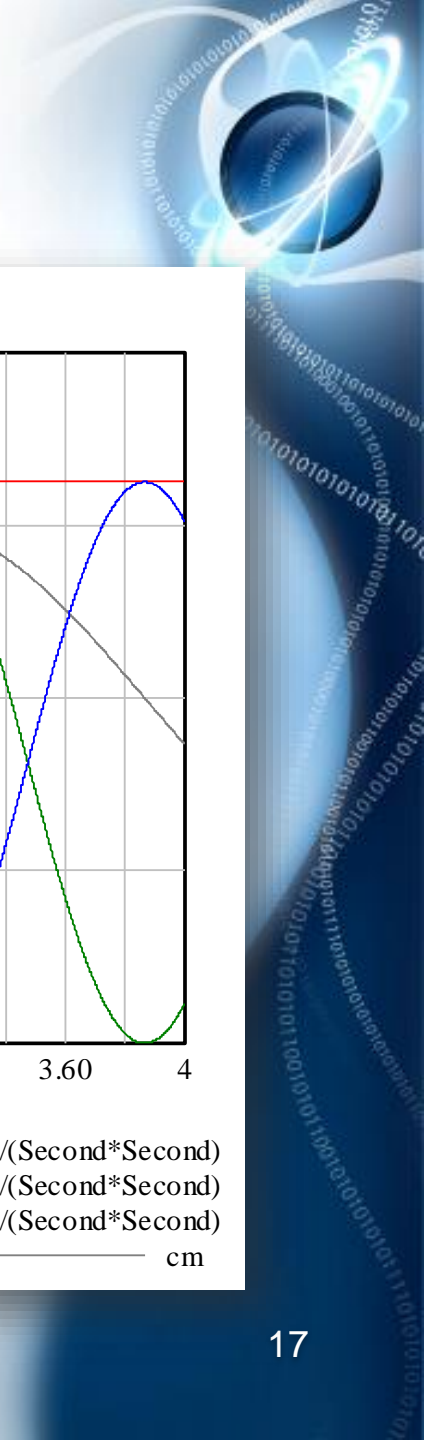
a : Current ————— cm/(Second*Second)
v : Current ————— cm/Second
x : Current ————— cm

❖ Vensim – 3. zadatak

- Proširite 2. zadatak:
 - a) tako da računa kinetičku, potencijalnu i mehaničku energiju za linearni harmonijski oscilator;
 - b) uračunajte i silu trenja te promotrite kako se mijenjaju oscilacije povećavanjem proizvoljno odabrane konstante gušenja;
 - c) kako dodavanje vanjske sile $F(t)=0.2N\cos(\omega t)$ i iznos njene kutne frekvencije utječe na oscilacije
- a) Zad_3a.mdl rješavamo analogno kao prethodni problem dodajući

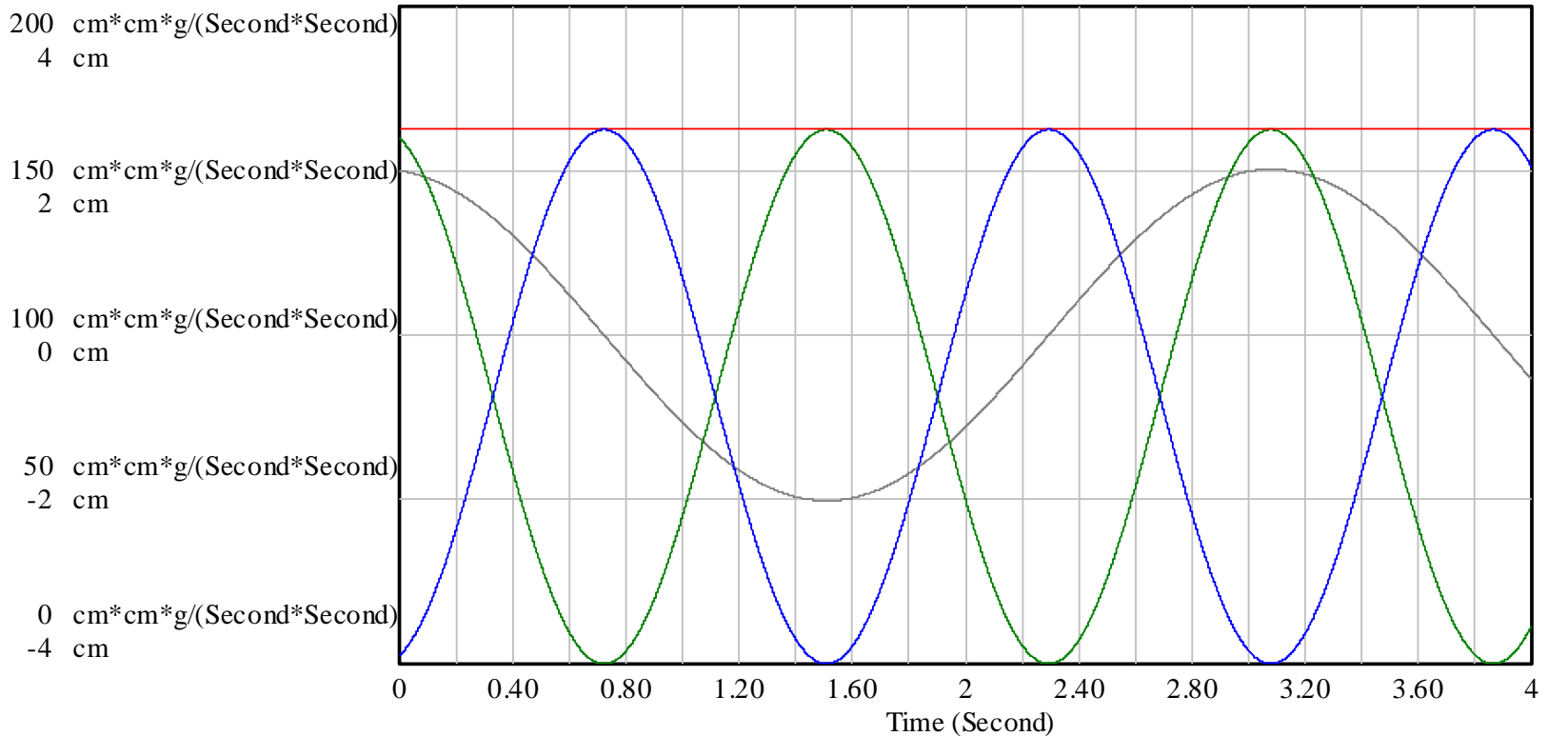
$$E_k = \frac{1}{2}mv^2; \quad E_p = \frac{1}{2}kx^2; \quad E_m = E_k + E_p$$





a)

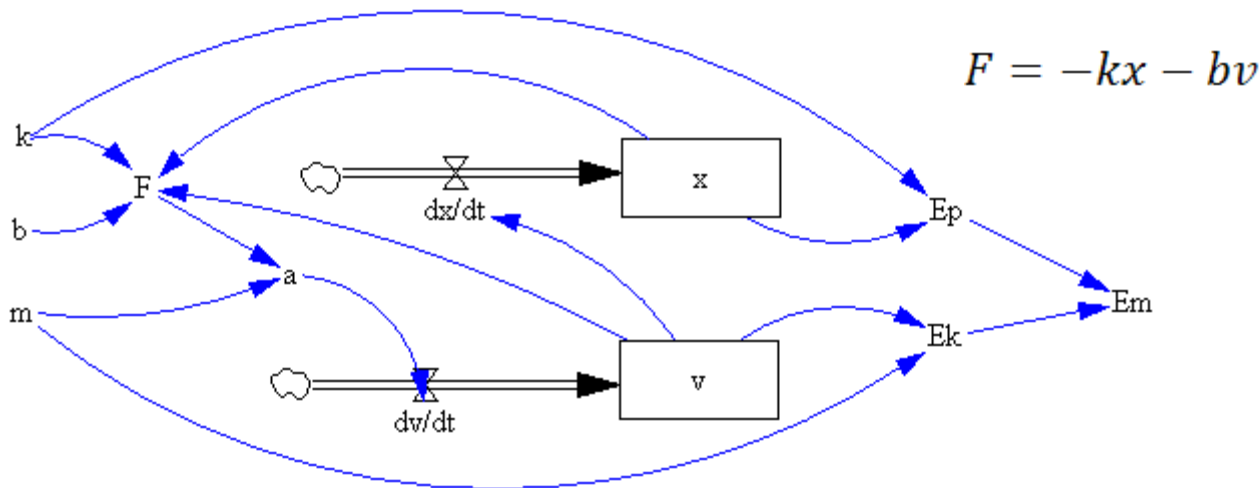
Selected Variables



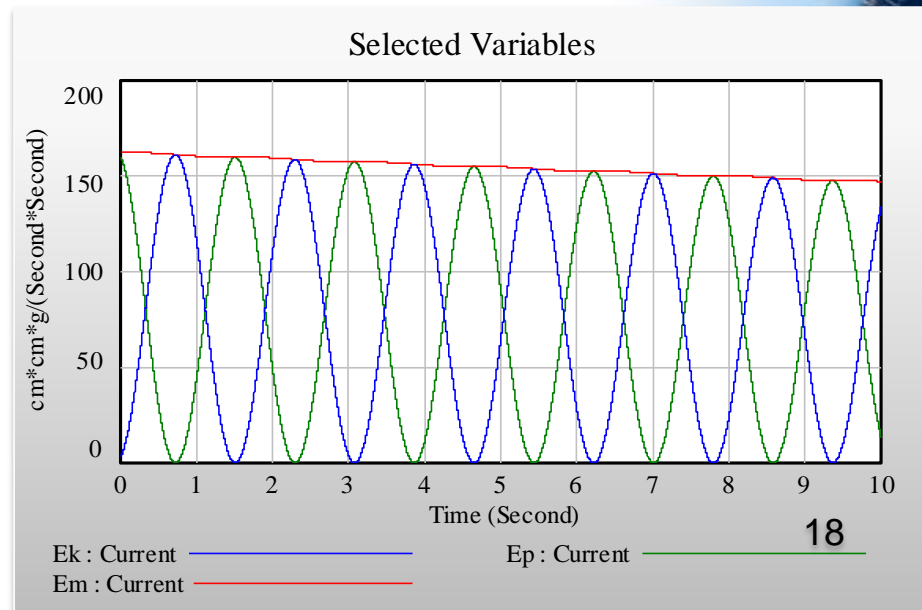
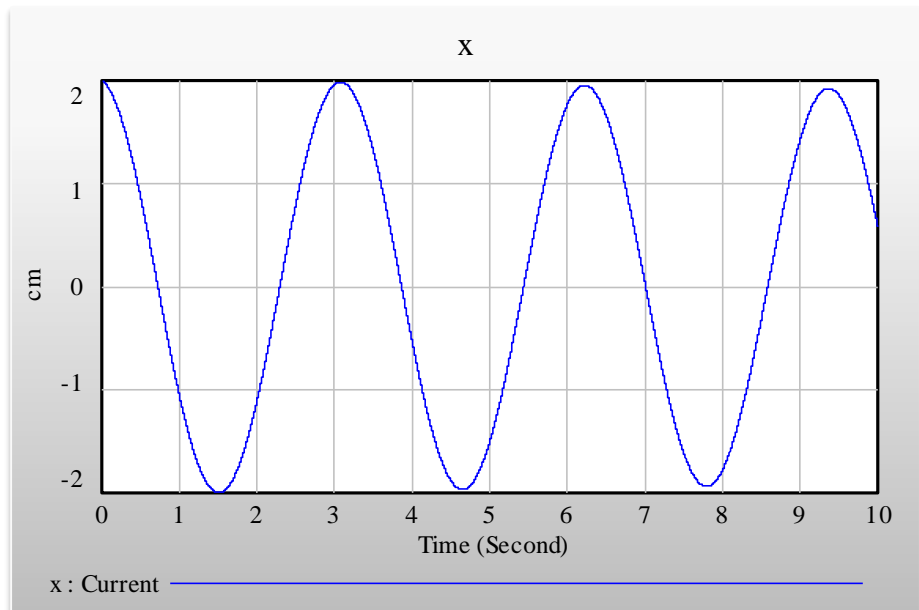
Ek : Current		$\text{cm}^2 \cdot \text{g} / (\text{s}^2)$
Em : Current		$\text{cm}^2 \cdot \text{g} / (\text{s}^2)$
Ep : Current		$\text{cm}^2 \cdot \text{g} / (\text{s}^2)$
x : Current		cm

Vensim – 3. zadatak

b) dodamo koeficijent gušenja b i silu otpora $-bv$ (Zad_3b.mdl)

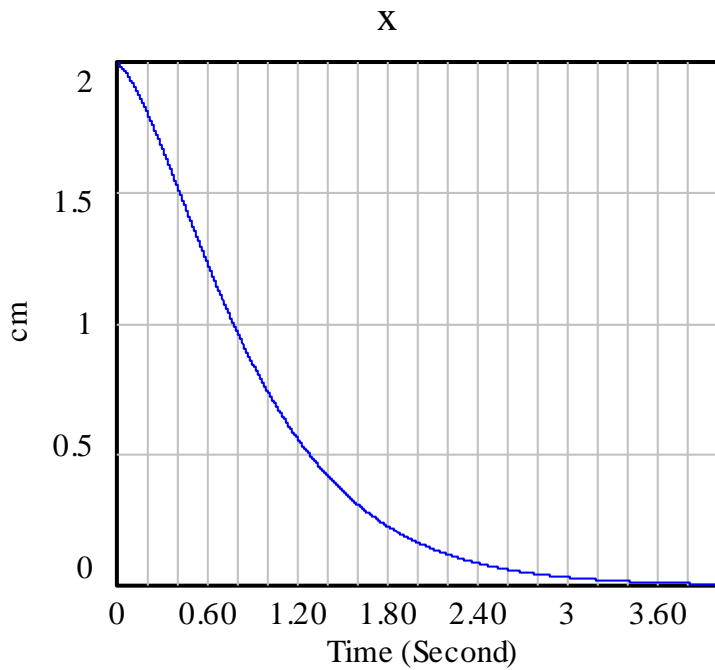


❖ pr. $b=0.2\text{g/s} \Rightarrow$ malo prigušenje: $(\sqrt{4km} = 80\text{gs}^{-1}) > (b = 0.2\text{gs}^{-1})$

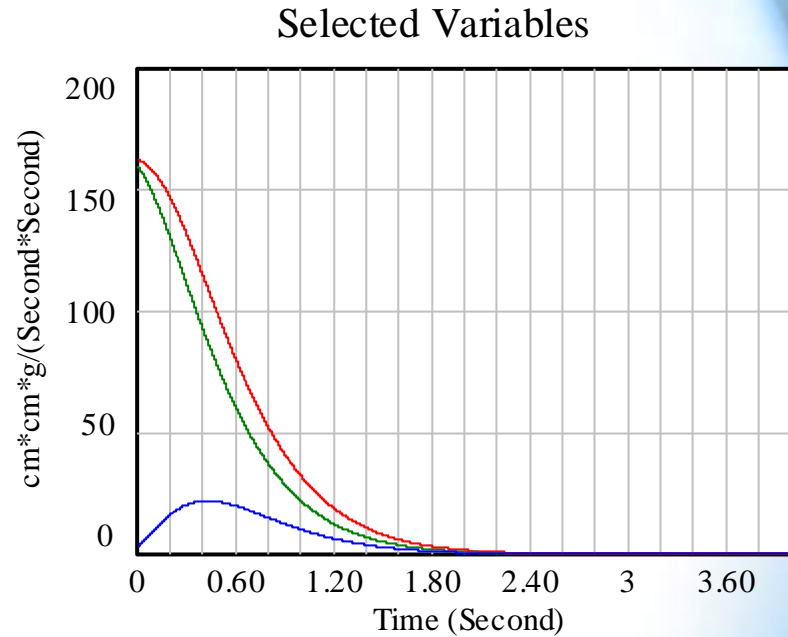


Vensim – 3. zadatak

❖ pr. $b=80\text{g/s}$ \Rightarrow kritično prigušenje: $b = \sqrt{4km} = 80\text{gs}^{-1}$




x : Current 



Ek : Current 

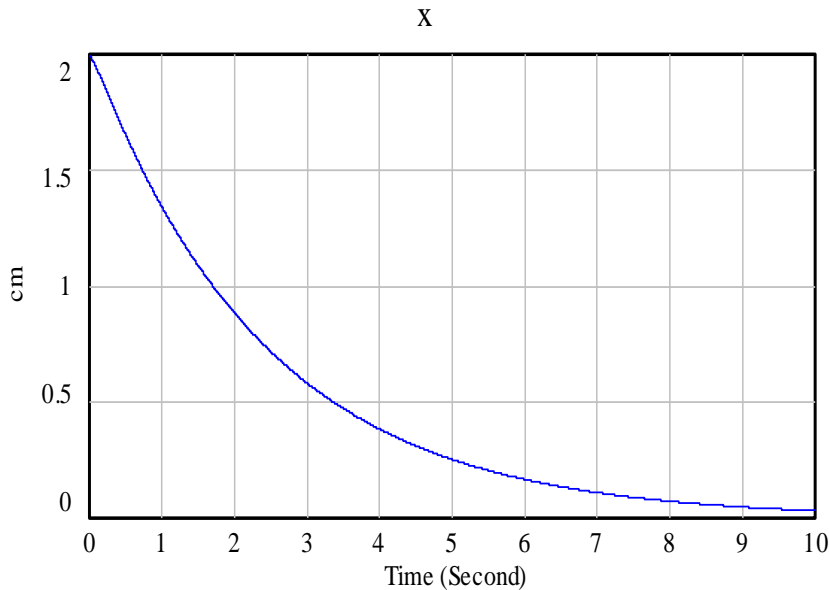
Ep : Current 

Em : Current 

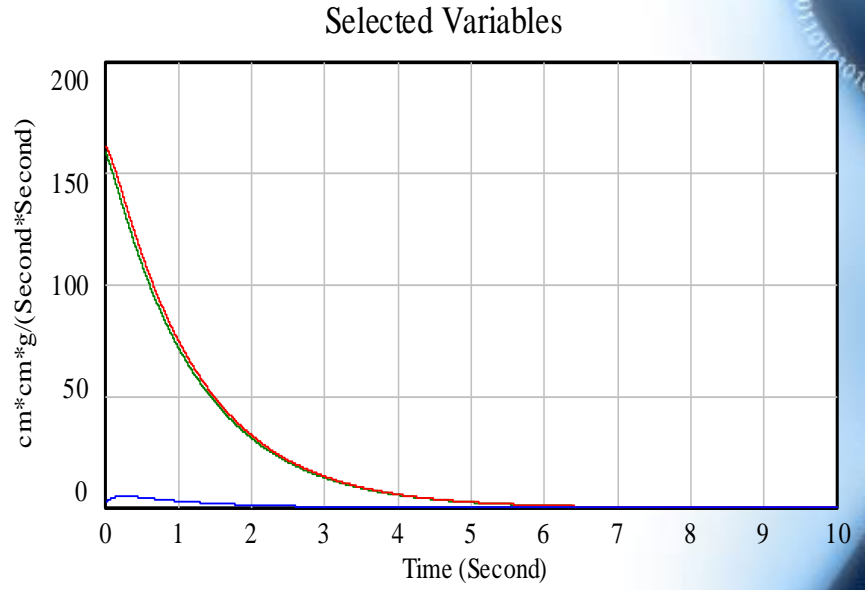
Vensim – 3. zadatak

❖ pr. $b=200\text{g/s} \Rightarrow$ aperiodično prigušenje:

$$(\sqrt{4km} = 80\text{gs}^{-1}) < (b = 200\text{gs}^{-1})$$



x : Current



Ek : Current

Em : Current

Ep : Current

❖ Vensim – funkcije

IF THEN ELSE (logički uvjet , DA-naredbe , NE-naredbe)

ako je logički uvjet istinit funkcija izvršava DA-naredbe, a ako nije tada izvršava NE-naredbe

PULSE TRAIN (s, d, i, e)

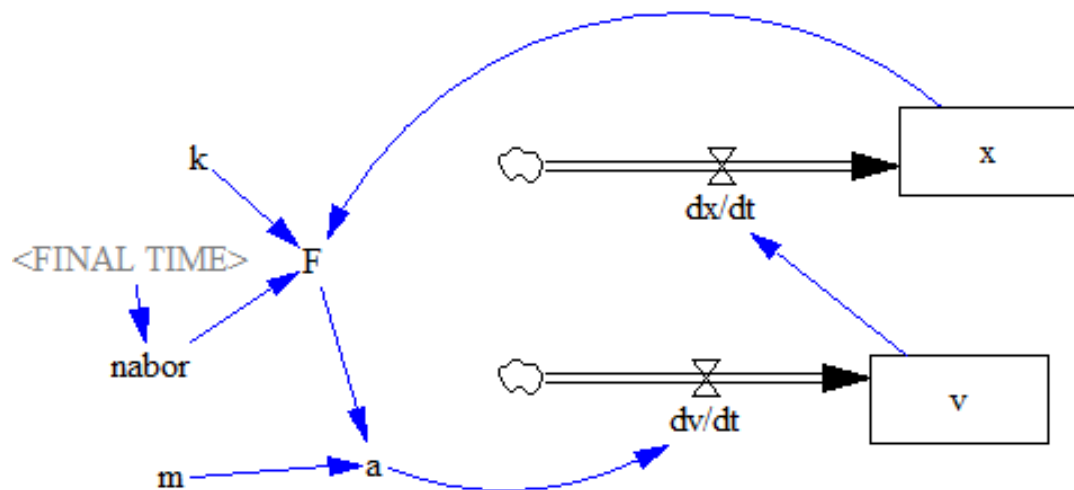
Vraća vrijednost 1.0 u početnom trenutku **s** (start) te ponavlja istu nakon **i** (interval), sve do kraja vremena **e** (end). Svako vraćanje vrijednosti traje **d** (duration)



Vrijednost prethodno definirane varijable (npr. <FINAL TIME>, Time...)
Koristimo za dohvat njenih vrijednosti po potrebi.
Nije ih moguće mijenjati, samo čitati njihove vrijednosti.

❖ Vensim – 4. zadatak

- Koristeći Vensim prikažite tijekom prvih 10 s promjenu visine tijela koje se giba jednoliko po horizontalnoj podlozi s naborima. Između tijela mase $0.25/\pi$ kg i kotača nalaze se opruge ekvivalentne linearnoj opruzi konstante elastičnosti $k = 1$ N/m. Nakon 2 s tijelo nailazi na nabore čije je djelovanje ekvivalentno sili od 0.2 cN tijekom 0.05 s, Tijelo se giba takvom brzinom da se nabori izmjenjuju periodično svakih 1 s. Neka je visina tijela u početnom trenutku $x(0) = 0$ i brzina promjene visine 0. Mijenjanjem postavki modela procijenite bi li amplitude nastalih oscilacija bile veće kada bi se nabori izmjenjivali brže ili sporije.

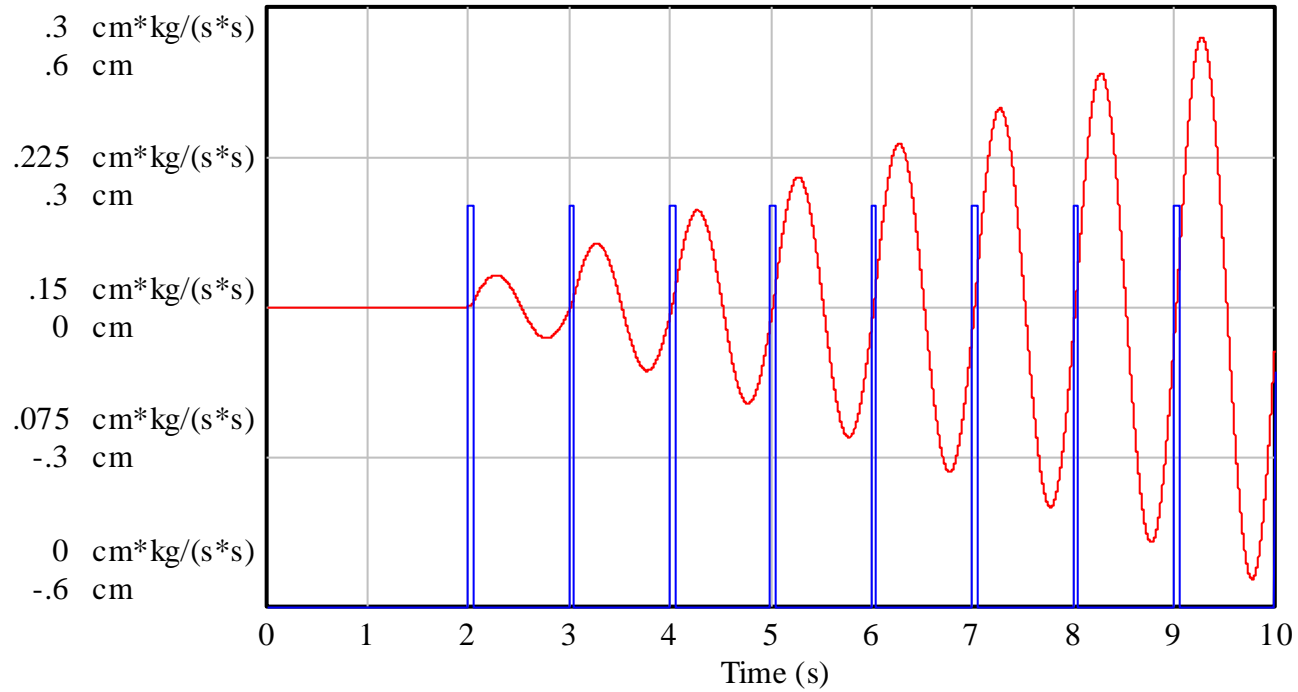


Vensim – 4. zadatak

- Promjene visine

za nabor $0.2 * \text{PULSE TRAIN}(2 , 0.05 , 1 , \text{FINAL TIME})$

Selected Variables



nabor : test ————— cm*kg/(s*s)
x : test ————— cm