



دانشگاه صنعتی امیر کبیر
(پلی تکنیک تهران)

دانشکده مهندسی مکانیک

مستندات پروژه فاز دوم دینامیک ماشین

تحلیل ریاضی یک مکانیزم توسط EES و مقایسه نتایج با مکانیزم ساخته شده در sam

استاد:

دکتر نراقی

مهندس احتشامی

ارائه دهنده:

مهدی قاسم زاده

علی رزاقی آرانی

فهرست مطالب

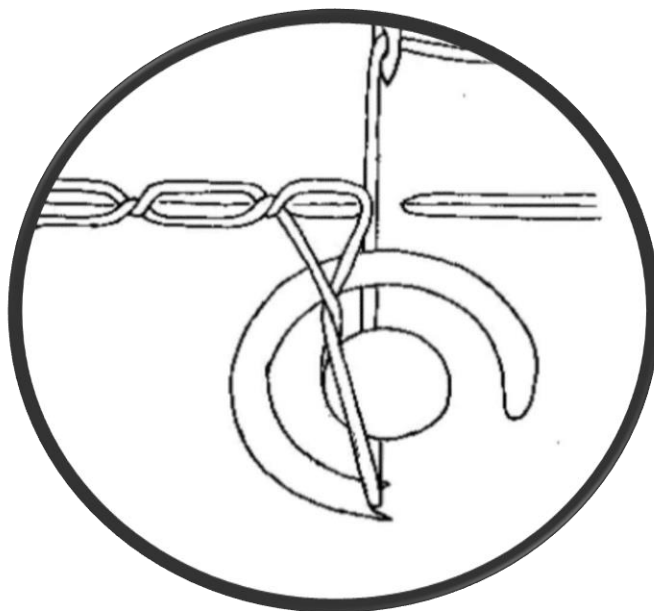
صفحه

عنوان

1	مقدمه
4	معادلات حاکم بر مکانیزم
8	برنامه نویسی معادلات در EES یا متلب
9	رسم نمودار ها در SAM
12	بدست آوردن نیرو تکاننده
14	مقایسه نتایج

مقدمه

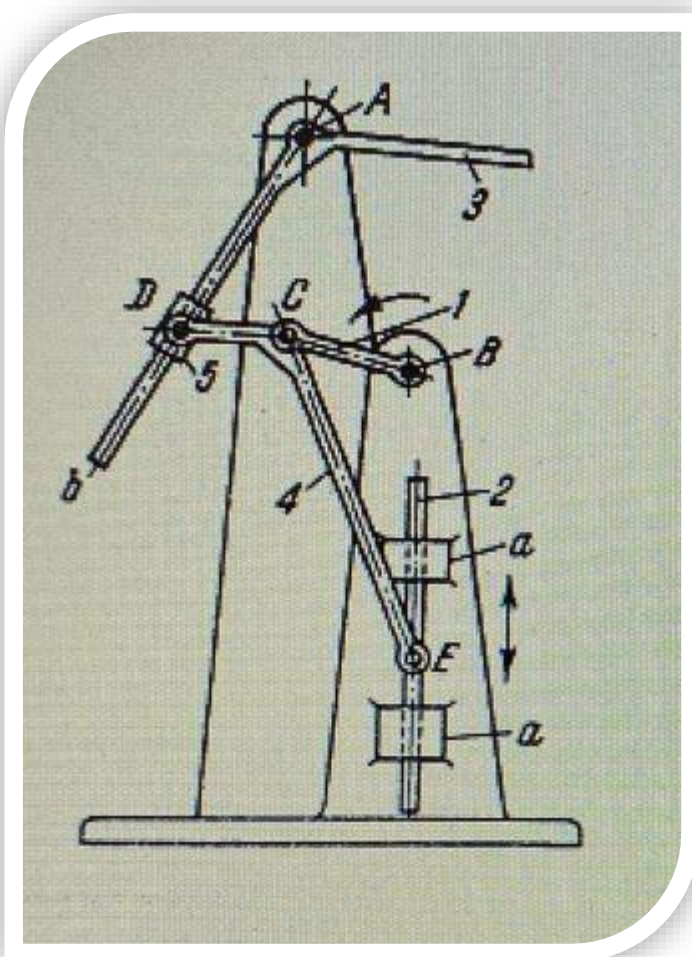
مکانیزم انتخابی ما مکانیزمی است که در چرخ خیاطی استفاده میشود و این مکانیزم به اسم مکانیزم تغذیه چرخ خیاطی شناخته شده است از مکانیسم تغذیه چرخ خیاطی برای انتقال پارچه های کوک زده شده از یک موقعیت دوخت به موقعیت بعدی استفاده می شود. این بخش یکی از مهمترین قسمت های چرخ های خیاطی محسوب می شود



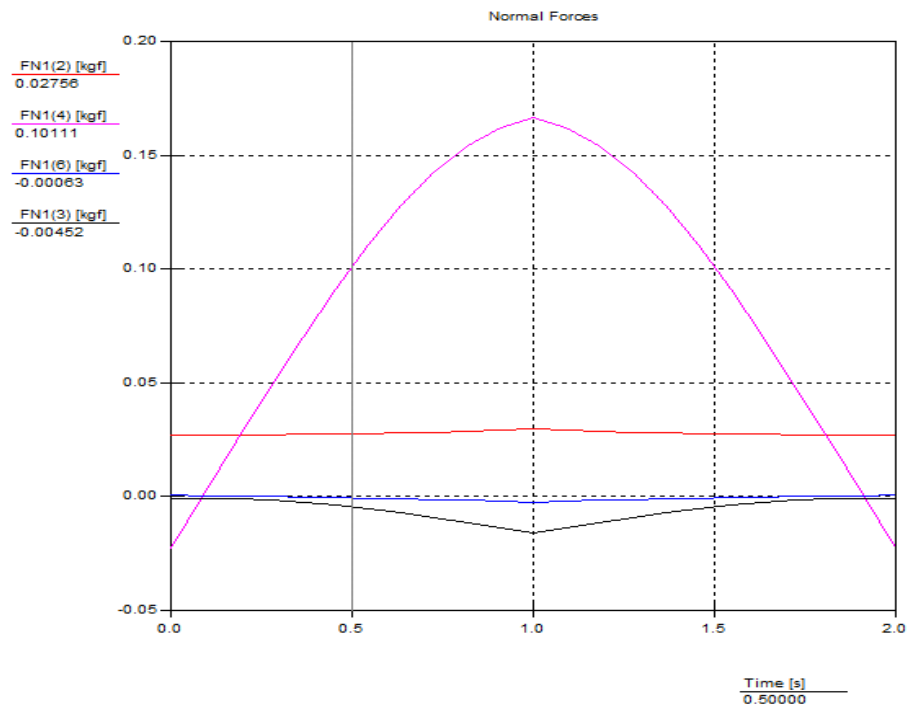
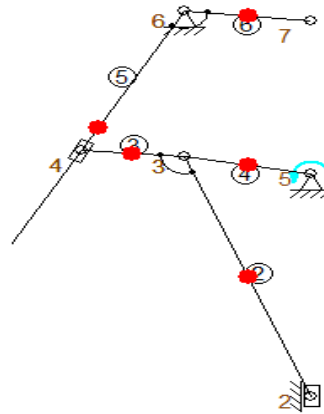
مکانیزمهای مورد نظر برای این فاز، همان مکانیزم های انتخابی در فاز اول بوده که توسط نرم افزار SAM مدل سازی کردیم.

در این مرحله میبایست حل تحلیلی سینماتیکی با یکی از روشهای آموخته شده بر روی مکانیزم انجام شده و در نهایت با کدنویسی نرم افزاری امکان استخراج پارامترهای سینماتیکی مربوط به سرعت و شتاب خطی و دورانی فراهم آید.

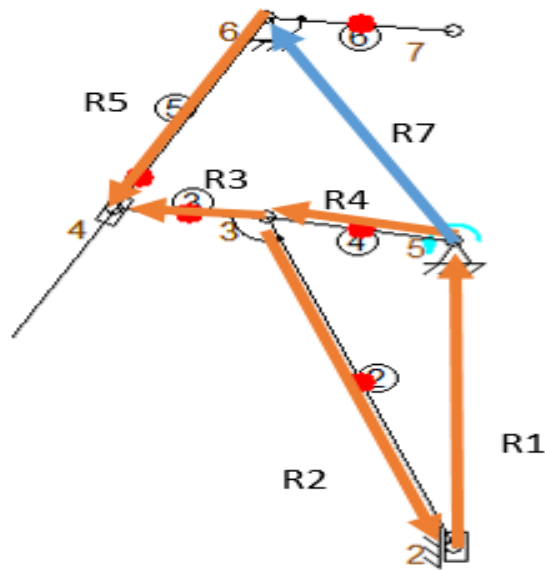
شکل مکانیزم انتخابی:



شکل مکانیزم بهبود یافته در SAM:



معادلات حاکم بر مکانیزم



$$R_3 e^{i\theta_3} + R_4 e^{i\theta_4} = R_7 e^{i\theta_7} + R_5 e^{i\theta_5}$$

$$[Im]: R_3 \sin\theta_3 + R_4 \sin\theta_4 = R_7 \sin\theta_7 + R_5 \sin\theta_5$$

$$[Re]: R_3 \cos\theta_3 + R_4 \cos\theta_4 = R_7 \cos\theta_7 + R_5 \cos\theta_5$$

$$\dot{\theta} \rightarrow \begin{cases} R_3 \dot{\theta}_3 \cos\theta_3 + R_4 \dot{\theta}_4 \cos\theta_4 = R_7 \dot{\theta}_7 \cos\theta_7 + \dot{R}_5 \sin\theta_5 + R_5 \dot{\theta}_5 \cos\theta_5 \\ R_3 \dot{\theta}_3 (-\sin\theta_3) + R_4 \dot{\theta}_4 (-\sin\theta_4) = R_7 \dot{\theta}_7 (-\sin\theta_7) + \dot{R}_5 (\cos\theta_5) + R_5 \dot{\theta}_5 (-\sin\theta_5) \end{cases}$$

$$\ddot{\theta} \rightarrow \begin{cases} R_3 \ddot{\theta}_3 (-\sin\theta_3) + R_4 \ddot{\theta}_4 (-\sin\theta_4) = \ddot{R}_5 \sin\theta_5 + 2\dot{R}_5 \dot{\theta}_5 \cos\theta_5 + R_5 \ddot{\theta}_5 (-\sin\theta_5) \\ R_3 \ddot{\theta}_3 (-\cos\theta_3) + R_4 \ddot{\theta}_4 (\cos\theta_4) = \ddot{R}_5 (-\sin\theta_5) - 2\dot{R}_5 \dot{\theta}_5 \sin\theta_5 + R_5 \ddot{\theta}_5 (\cos\theta_5) \end{cases}$$

$$R_1 e^{i\theta_1} + R_4 e^{i\theta_4} = R_2 e^{i\theta_2}$$

$$[Im]: R_1 \sin\theta_1 + R_4 \sin\theta_4 = R_2 \sin\theta_2$$

$$[Re]: R_1 \cos\theta_1 + R_4 \cos\theta_4 = R_2 \cos\theta_2$$

$$\dot{\theta} \rightarrow \begin{cases} \dot{R}_1 \sin\theta_1 + R_1 \dot{\theta}_1 \cos\theta_1 + R_4 \dot{\theta}_4 \cos\theta_4 = R_2 \dot{\theta}_2 \cos\theta_2 \\ \dot{R}_1 \cos\theta_1 + R_1 \sin\theta_1 (\dot{\theta}_1) + R_4 \dot{\theta}_4 (-\sin\theta_4) = R_2 \dot{\theta}_2 (-\sin\theta_2) \end{cases}$$

$$\ddot{\theta} \rightarrow \begin{cases} \ddot{R}_1 \sin\theta_1 + 2\dot{R}_1 \dot{\theta}_1 \cos\theta_1 + R_1 \ddot{\theta}_1 (-\sin\theta_1) + R_4 \ddot{\theta}_4 (-\sin\theta_4) = R_2 \ddot{\theta}_2 (-\sin\theta_2) \\ \ddot{R}_1 \cos\theta_1 + R_1 \ddot{\theta}_1 \cos\theta_1 + R_4 \ddot{\theta}_4 (\cos\theta_4) = R_2 \ddot{\theta}_2 (\cos\theta_2) \end{cases}$$

$$① R_3 \omega_3 \cos \theta_3 + R_4 \omega_4 \cos \theta_4 = \dot{R}_5 \sin \theta_5 + R_5 \omega_5 \cos \theta_5$$

$$② R_3 \omega_3 (-\sin \theta_3) + R_4 \omega_4 (-\sin \theta_4) = \dot{R}_5 \cos \theta_5 + R_5 \omega_5 (-\sin \theta_5)$$

$$③ R_3 \alpha_3 (-\sin \theta_3) + R_4 \alpha_4 (-\sin \theta_4) = \ddot{R}_5 \sin \theta_5 + 2 \dot{R}_5 \omega_5 \cos \theta_5 + R_5 \alpha_5 (-\sin \theta_5)$$

$$④ R_3 \alpha_3 (-\cos \theta_3) + R_4 \alpha_4 (-\cos \theta_4) = \ddot{R}_5 \cos \theta_5 + 2 \dot{R}_5 \omega_5 (-\sin \theta_5) + R_5 \alpha_5 (-\cos \theta_5)$$

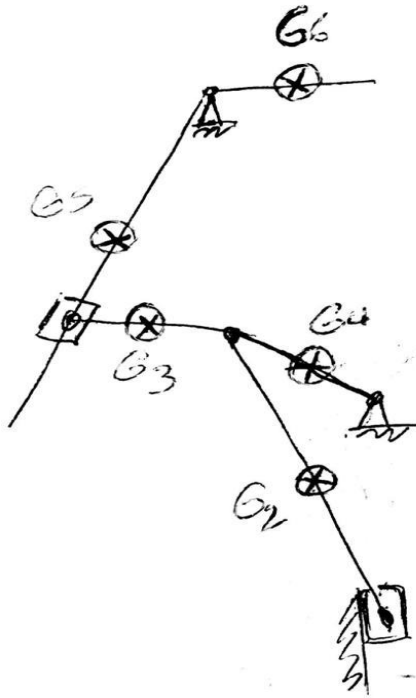
$$⑤ \dot{R}_1 \sin \theta_1 + R_4 \omega_4 \cos \theta_4 = R_2 \omega_2 \cos \theta_2$$

$$⑥ \dot{R}_1 (-\sin \theta_1) + R_4 \omega_4 (-\sin \theta_4) = R_2 \omega_2 (-\sin \theta_2)$$

$$⑦ \ddot{R}_1 \sin \theta_1 = R_2 \alpha_2 (-\sin \theta_2)$$

$$⑧ \ddot{R}_1 (-\sin \theta_1) = R_2 \alpha_2 (-\cos \theta_2)$$

Link	1	2	3	4	5	6	7
θ	90°	111.5°	175°	350°	241.4°	353°	120°
R	35 mm	40.4	12	15	25	14.85	29.5
\dot{R}	?	0	0	0	?	0	0
\ddot{R}	?	0	0	0	?	0	0
ω	0	?	ω_2	90 deg/s	?	ω_5	0
α	0	?	α_2	0	?	α_5	0



CS Scanned with CamScanner

$$V_{G4} = \frac{1}{2} V_4 = \frac{1}{2} \left(\frac{\pi}{2} \right) (15) = 3.25\pi = 10.21 \text{ mm/s}$$

$$a_{G4} = \frac{1}{2} a_4 = \frac{1}{2} \left(\frac{V_4^2}{15} \right) = 3.47 \text{ mm/s}^2$$

$$h_{G2} = R_4 e^{i\theta_4} + R'_2 e^{i\theta_2}$$

$$V_{G2} = R_4 \omega_4 e^{i\theta_4} + R'_2 \omega_2 e^{i\theta_2} \rightarrow \begin{cases} \text{Im: } R_4 \omega_4 \sin \theta_4 + R'_2 \omega_2 \sin \theta_2 \\ \text{Re: } R_4 \omega_4 \cos \theta_4 + R'_2 \omega_2 \cos \theta_2 \end{cases}$$

$$V_{G2} = \sqrt{[\text{Im } V_{G2}]^2 + [\text{Re } V_{G2}]^2}$$

$$a_{G2} = R_4 \alpha_4 e^{i\theta_4} + R'_2 \alpha_2 e^{i\theta_2} \rightarrow \begin{cases} \text{Im: } R_2 \alpha_2 \sin \theta_2 \\ \text{Re: } R'_2 \alpha_2 \cos \theta_2 \end{cases}$$

$$a_{G2} = \sqrt{[\text{Im } a_{G2}]^2 + [\text{Re } a_{G2}]^2}$$

$$h_{G3} = R_4 e^{i\theta_4} + R'_3 e^{i\theta_3}$$

$$V_{G3} = R_4 \omega_4 e^{i\theta_4} + R'_3 \omega_3 e^{i\theta_3} \rightarrow \begin{cases} \text{Im: } R_4 \omega_4 \sin \theta_4 + R'_3 \omega_3 \sin \theta_3 \\ \text{Re: } R_4 \omega_4 \cos \theta_4 + R'_3 \omega_3 \cos \theta_3 \end{cases}$$

$$V_{G3} = \sqrt{[\text{Im } V_{G3}]^2 + [\text{Re } V_{G3}]^2}$$

$$a_{G3} = R'_3 \alpha_3 e^{i\theta_3} \rightarrow \begin{cases} \text{Im: } R'_3 \alpha_3 \sin \theta_3 \\ \text{Re: } R'_3 \alpha_3 \cos \theta_3 \end{cases}$$

$$a_{G3} = \sqrt{[\text{Im } a_{G3}]^2 + [\text{Re } a_{G3}]^2}$$

CS Scanned with CamScanner

$$h_{G5} = R_4 e^{i\theta_4} + R_3 e^{i\theta_3} + R'_5 e^{i\theta_5}$$

$$V_{G5} = R_4 \omega_4 e^{i\theta_4} + R_3 \omega_3 e^{i\theta_3} + \dot{R}'_5 e^{i\theta_5} + R'_5 \omega_5 e^{i\theta_5}$$

$$\rightarrow \begin{cases} \text{Im: } R_4 \omega_4 \sin \theta_4 + R_3 \omega_3 \sin \theta_3 + \dot{R}'_5 \sin \theta_5 + R'_5 \omega_5 \sin \theta_5 \\ \text{Re: } R_4 \omega_4 \cos \theta_4 + R_3 \omega_3 \cos \theta_3 + \dot{R}'_5 \cos \theta_5 + R'_5 \omega_5 \cos \theta_5 \end{cases}$$

$$V_{G2} = \sqrt{[\text{Im } V_{G5}]^2 + [\text{Re } V_{G5}]^2}$$

$$a_{G5} = R_3 \alpha_3 e^{i\theta_3} + \ddot{R}'_5 e^{i\theta_5} + 2\dot{R}'_5 \omega_5 e^{i\theta_5} + R'_5 \alpha_5 e^{i\theta_5}$$

$$\rightarrow \begin{cases} \text{Im: } R_3 \alpha_3 \sin \theta_3 + \ddot{R}'_5 \sin \theta_5 + 2\dot{R}'_5 \omega_5 \sin \theta_5 + R'_5 \alpha_5 \sin \theta_5 \\ \text{Re: } R_3 \alpha_3 \cos \theta_3 + \ddot{R}'_5 \cos \theta_5 + 2\dot{R}'_5 \omega_5 \cos \theta_5 + R'_5 \alpha_5 \cos \theta_5 \end{cases}$$

$$a_{G5} = \sqrt{[\text{Im } a_{G5}]^2 + [\text{Re } a_{G5}]^2}$$

$$h_{G6} = R_4 e^{i\theta_4} + R_3 e^{i\theta_3} + R_5 e^{i\theta_5} + R'_6 e^{i\theta_6} \quad V_{G6} = \sqrt{[\text{Im } V_{G6}]^2 + [\text{Re } V_{G6}]^2}$$

$$V_{G6} = R_4 \omega_4 e^{i\theta_4} + R_3 \omega_3 e^{i\theta_3} + \dot{R}_5 e^{i\theta_5} + R_5 \omega_5 e^{i\theta_5} + R'_6 \omega_6 e^{i\theta_6}$$

$$\rightarrow \begin{cases} \text{Im: } R_4 \omega_4 \sin \theta_4 + R_3 \omega_3 \sin \theta_3 + \dot{R}_5 \sin \theta_5 + R_5 \omega_5 \sin \theta_5 + R'_6 \omega_6 \sin \theta_6 \\ \text{Re: } R_4 \omega_4 \cos \theta_4 + R_3 \omega_3 \cos \theta_3 + \dot{R}_5 \cos \theta_5 + R_5 \omega_5 \cos \theta_5 + R'_6 \omega_6 \cos \theta_6 \end{cases}$$

$$a_{G6} = R_3 \alpha_3 e^{i\theta_3} + \ddot{R}_5 e^{i\theta_5} + 2\dot{R}_5 \omega_5 e^{i\theta_5} + R_5 \alpha_5 e^{i\theta_5} + R'_6 \alpha_6 e^{i\theta_6}$$

$$\rightarrow \begin{cases} \text{Im: } R_3 \alpha_3 \sin \theta_3 + \ddot{R}_5 \sin \theta_5 + 2\dot{R}_5 \omega_5 \sin \theta_5 + R_5 \alpha_5 \sin \theta_5 + R'_6 \alpha_6 \sin \theta_6 \\ \text{Re: } R_3 \alpha_3 \cos \theta_3 + \ddot{R}_5 \cos \theta_5 + 2\dot{R}_5 \omega_5 \cos \theta_5 + R_5 \alpha_5 \cos \theta_5 + R'_6 \alpha_6 \cos \theta_6 \end{cases}$$

برنامه نویسی معادلات در EES یا متلب

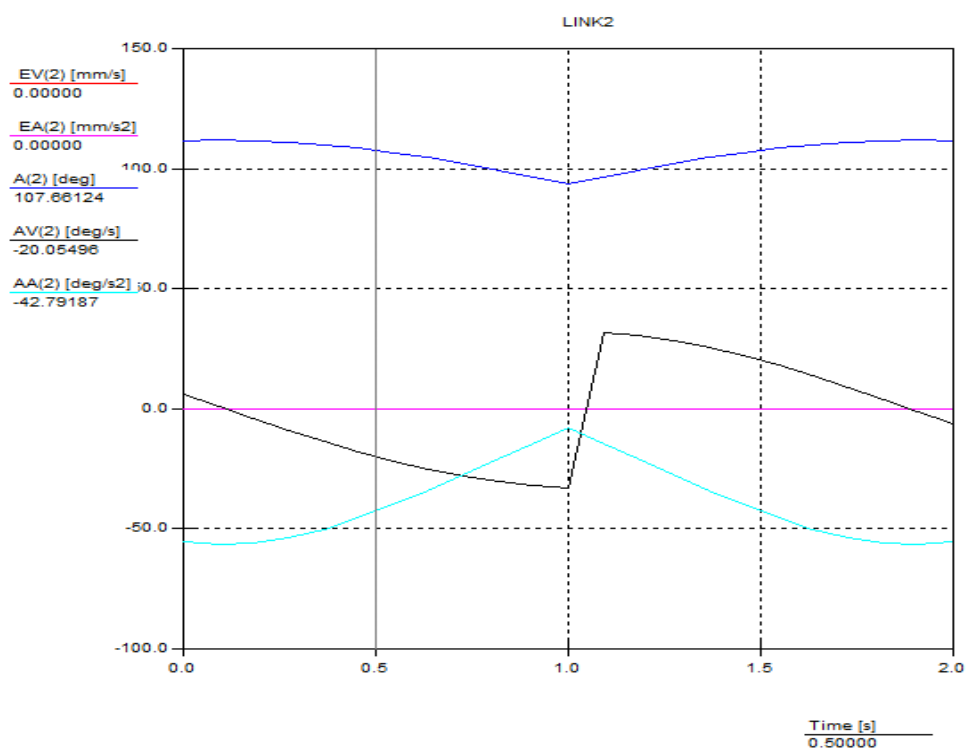
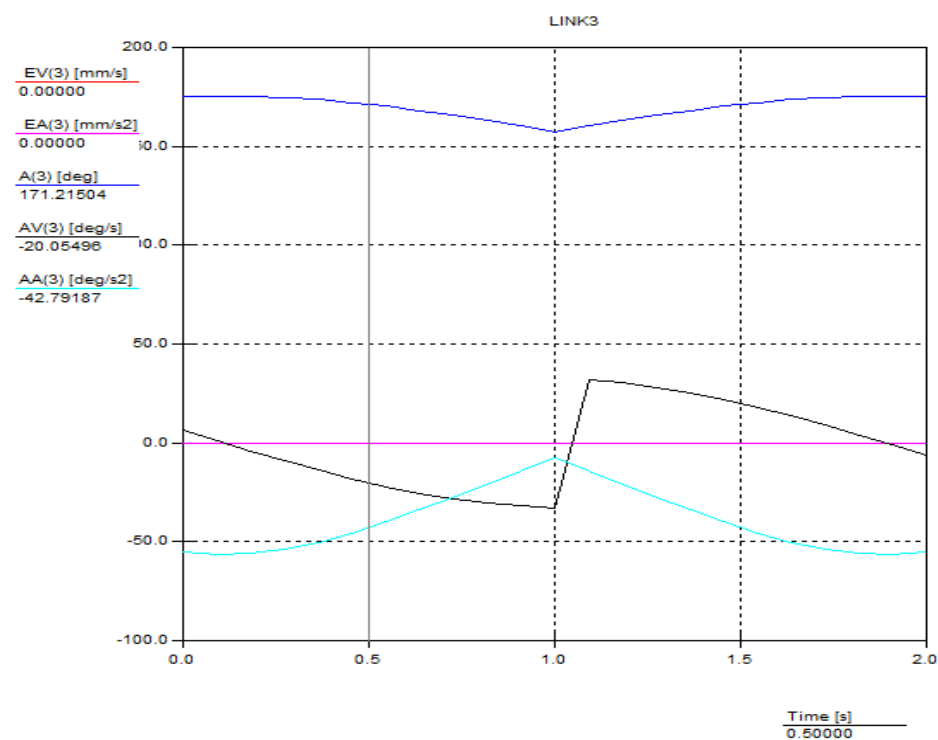
```

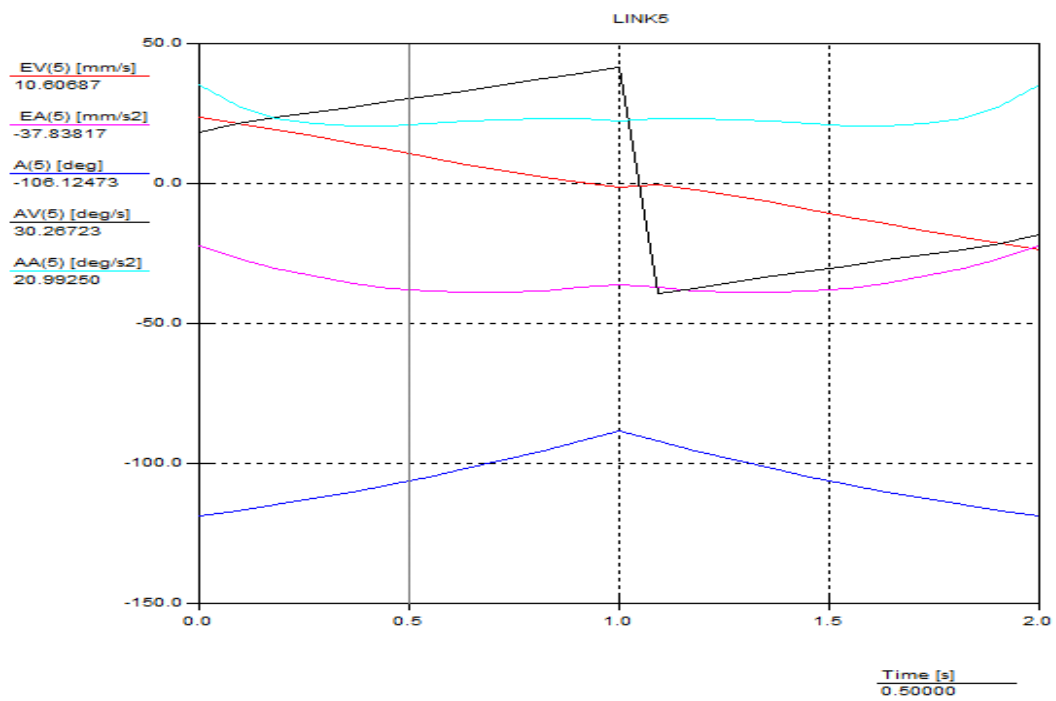
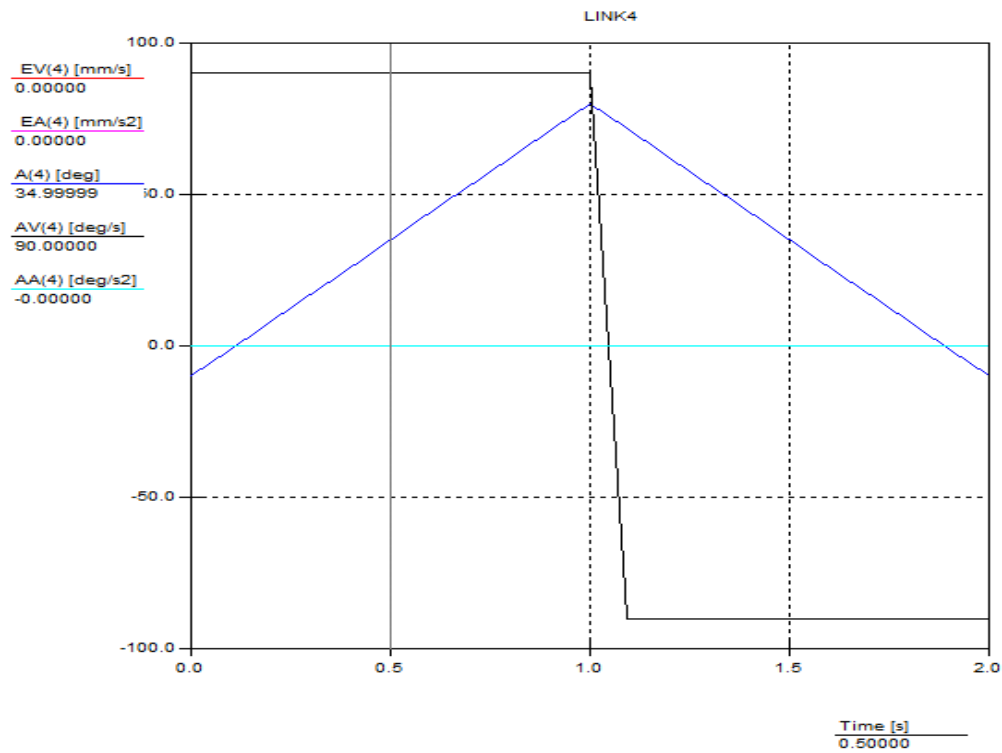
Command Window
>> a5
a5 =
82223.627548936722669972525038491
>> v1
v1 =
-1237.1479876229752557773131819304
>> a1
a1 =
-69920.130751937073749783477182089
>> w2
w2 =
-6.2365546352200871076220649786117
>> alpha2
alpha2 =
3190.554298572534583223697495789
>> v5
v5 =
-1348.0667082561603786175582045733
>> alpha5
alpha5 =
-4967.7659612245177329928075206886
>> w5
w5 =
-18.422266037152626751505533925505
fx >>

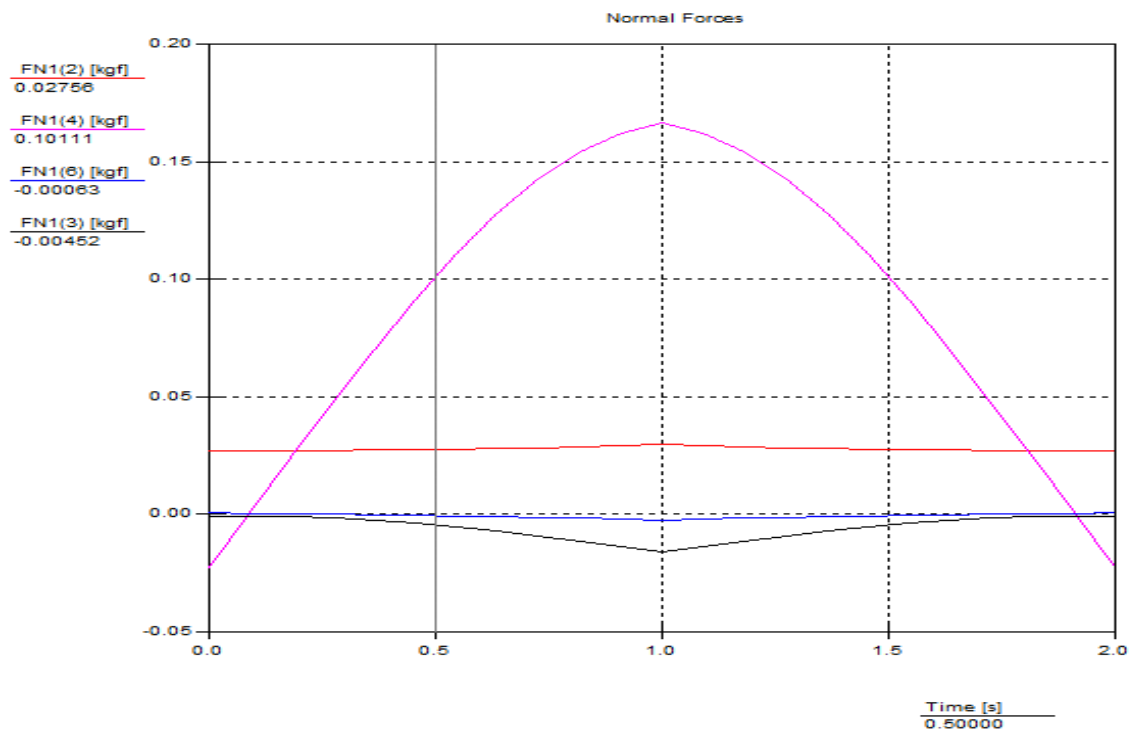
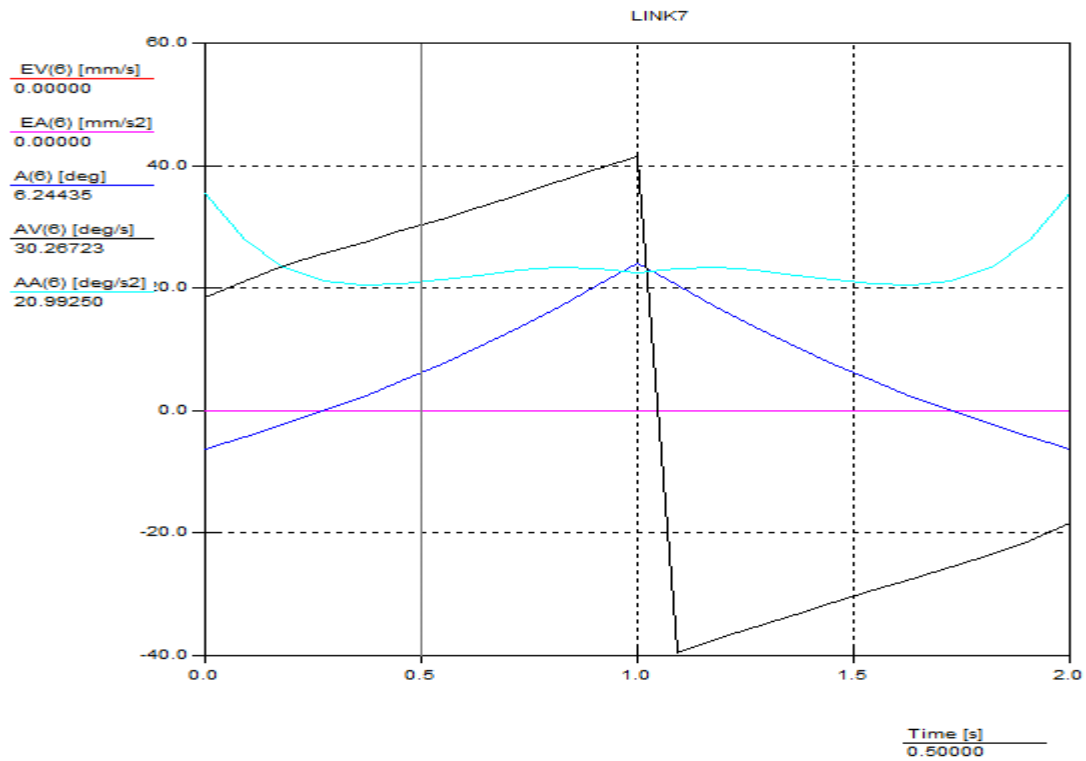
```

a1 = -69920	a5 = 82224	a7 = 0	alpha1 = 0	alpha2 = 3199	alpha4 = 0	alpha5 = -4968	alpha7 = 0	r1 = 35	r2 = 40.4
r3 = 12	r4 = 15	r5 = 25	r6 = 14.85	r7 = 29.5	theta1 = 90	theta2 = 111.5	theta3 = 175	theta4 = 350	theta5 = 241.4
theta6 = 353	theta7 = 120	v1 = -1237	v5 = -1348	v7 = 0	w1 = 0	w2 = -6.237	w4 = 90	w5 = -18.42	w7 = 0

رسم نمودار ها در SAM







بدست آوردن نیرو تکاننده

$$a_{G4} = 3.47 \text{ mm/s}^2$$

$$\theta_{a_{G4}} = -100^\circ$$

$$a_{G2} = \sqrt{[R'_2 \alpha_2 \sin \theta_2]^2 + [R'_2 \alpha_2 \cos \theta_2]^2} = 855.72 \text{ mm/s}^2$$

$$\theta_{a_{G2}} = \tan^{-1} \left[\frac{\text{Im}(a_{G2})}{\text{Re}(a_{G2})} \right] = -72.39^\circ$$

$$a_{G3} = \sqrt{[R'_3 \alpha_3 \sin \theta_3]^2 + [R'_3 \alpha_3 \cos \theta_3]^2} = 256.79 \text{ mm/s}^2$$

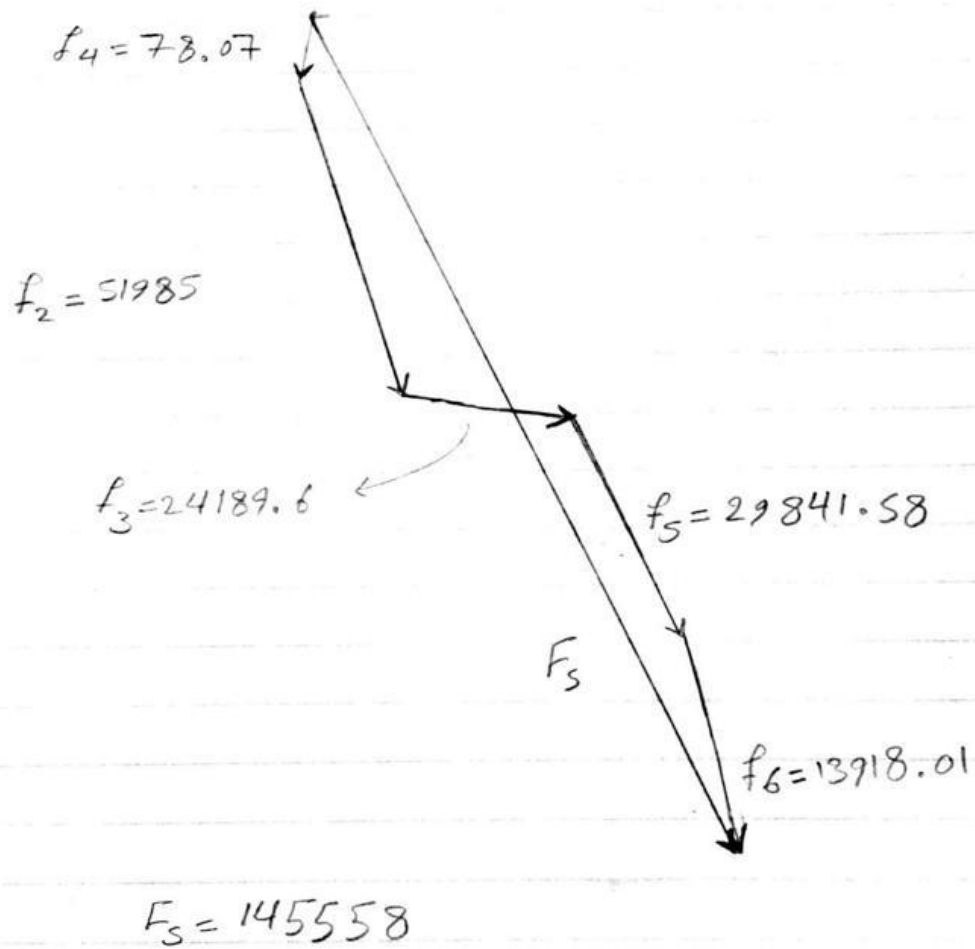
$$\theta_{a_{G3}} = \tan^{-1} \left[\frac{\text{Im}(a_{G3})}{\text{Re}(a_{G3})} \right] = -8.78^\circ$$

$$a_{G5} = \sqrt{[\text{Im} a_{G5}]^2 + [\text{Re} a_{G5}]^2} = 712.72 \text{ mm/s}^2$$

$$\theta_{a_{G5}} = \tan^{-1} \left[\frac{\text{Im}(a_{G5})}{\text{Re}(a_{G5})} \right] = -60.5^\circ$$

$$a_{G6} = \sqrt{[\text{Im} a_{G6}]^2 + [\text{Re} a_{G6}]^2} = 1197.97 \text{ mm/s}^2$$

$$\theta_{a_{G6}} = \tan^{-1} \left[\frac{\text{Im}(a_{G6})}{\text{Re}(a_{G6})} \right] = -73^\circ$$



$$F_5 = 145558 e^{i(-\frac{7}{20}\pi)}$$

مقایسه نتایج

مجهولات	EES	Matlab	SAM
ω_2	-6.23	-6.23	-20.05
α_2	3199	3199	-42.79
ν_5	-1348	-1348	10.6
a_5	82224	82224	-37.83
ω_5	-18.42	-18.42	30.26
α_5	-4968	-4968	20.99

نتایج بدست آمده از دو نرم افزار EES و Matlab کاملاً برابر هم هستند اما با نتایج خروجی از نرم افزار SAM بسیار متفاوت هستند که برای خودمان نیز عجیب است اما می توان این اختلاف را بدلیل در نظر گرفتن مراکز جرم در مکان غیر واقعی آنها ، جرم غیر واقعی آنها ، یا حتی در نظر گرفتن شتاب جاذبه و ... توجیه کرد.

خطای نسبی برای ω_2

$$\frac{|-6.23 - (-20.05)|}{100} = 0.13$$