

**Výpočet excentrického klikového mechanismu v
systému MAPLE 11**

Tomáš Svoboda

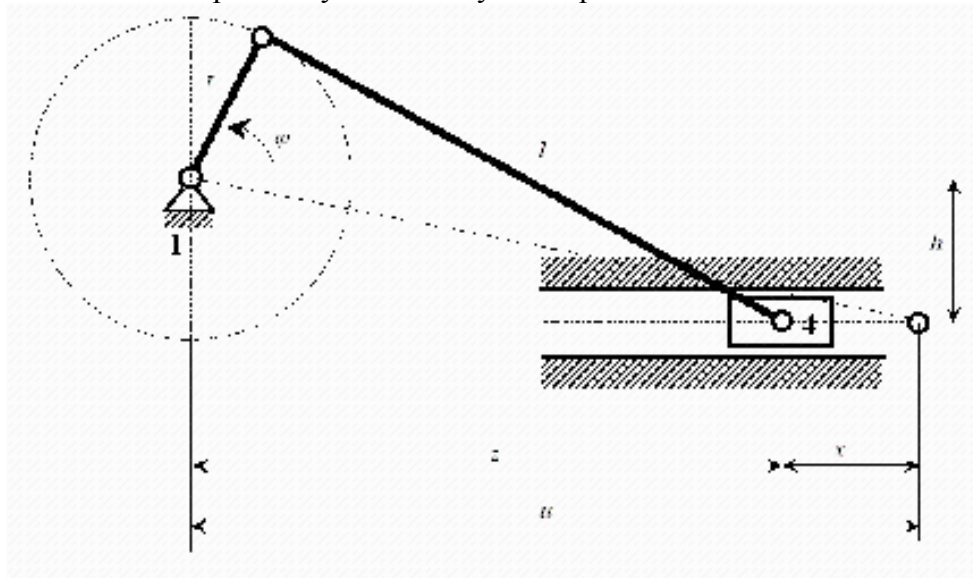
Technická fakulta

Česká Zemědělská Univerzita

ročník:2

studijní skupina:2

Excentrický klikový mechanismus je zadán parametry r , l , h a úhlovou rychlostí hnacího členu. Zobraďte průběh rychlosti a zrychlení posuvného členu.



Pro řešení úlohy použijeme matematický program MAPLE 11. Jedná se o systém založený na principu dialogu. Uživatel zapisuje instrukce ve formě příkazové řádky a systém je vykonává. Při standardním barevném schématu jsou příkazy psané červeně a odpovědi systému jsou vypsány modře. Každý příkaz musí končit středníkem nebo dvojtečkou.

Ukončení řádku středníkem znamená, že se vypíše výsledek, při ukončení dvojtečkou se daný příkaz provede bez výpisu výsledku.

Parametry klikového mechanismu

Standardní syntaxe přiřazovacího příkazu je $:=$. Jako proměnné lze použít kombinaci písmen a číslic. Některá jména proměnných jsou však vyhrazena pro systémové proměnné a nelze je tedy používat (např. Psi, Pi atd.).

Poloměr kliky [m]

> $r:=0.7;$

$r:=0.7$

Délka ojnice [m]

> $l:=2;$

$l:=2$

Osová vzdálenost [m]

```
> h:=0.25;
```

$h := 0.25$

Rychlost otáčení

Otáčky hnací kliky [ot./min.]

```
> n:=15;
```

$n := 15$

Výpočet úhlové rychlosti hnací kliky

Konstantu π (Ludolfovo číslo) je třeba zadávat ve tvaru "Pi".

```
> omega1:=2*Pi*n/60;
```

$\omega_1 := \frac{1}{2} \pi$

Jedna ze základních funkcí systému MAPLE je evalf - tj. vyčíslení hodnoty dané proměnné (výrazu) se zadanou přesností. Systém implicitně počítá s přesností na deset míst, tuto hodnotu však lze zvětšovat i zmenšovat dle potřeby.

```
> evalf(omega1);
```

1.570796327

Příklad zobrazení na tři místa. Pro další výpočet se však používá plná implicitní hodnota proměnné. Pro změnu počtu platných číslic je třeba použít funkce pro zaokrouhlování.

```
> evalf(omega1,3);
```

1.57

Ohraničení času

Hodnota T bude použita při vykreslování grafů, jako horní hranice do které je graf vykreslován.

```
> T:=2*Pi/omega1;
```

$T := 4$

Výpočet klikového mechanismu

Úhel otočení hnací kliky [rad]

```
> phi:=omega1*t;
```

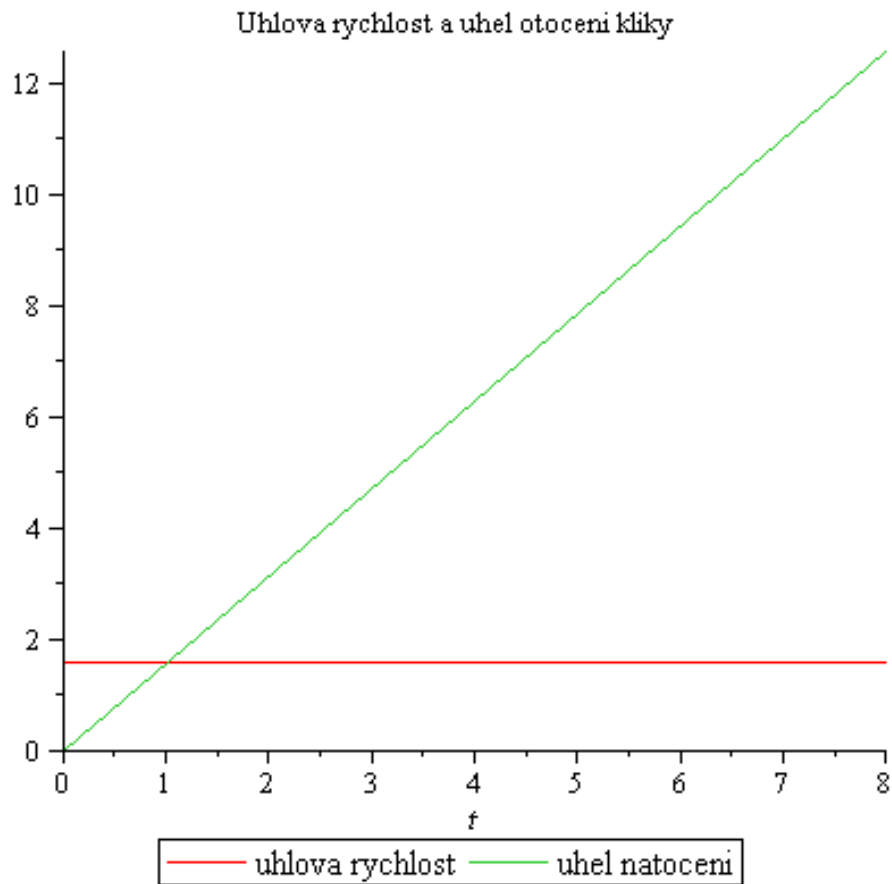
$\phi := \frac{1}{2} \pi t$

Vykreslení časové závislosti úhlové rychlosti a úhlu natočení.

Pro vykreslení dvourozměrných grafů slouží příkaz plot. Základní syntaxe příkazu plot je: **plot(funkce,nezávisle proměnná=a1..a2)**. kde a1 a a2 jsou horní a dolní limit vykreslení grafu. V jednom grafu lze kombinovat více funkcí. Pro vykreslení grafu s více funkcemi musí být jednotlivé dílčí funkce uzavřeny v hranatých závorkách a vzájemně odděleny čárkami.

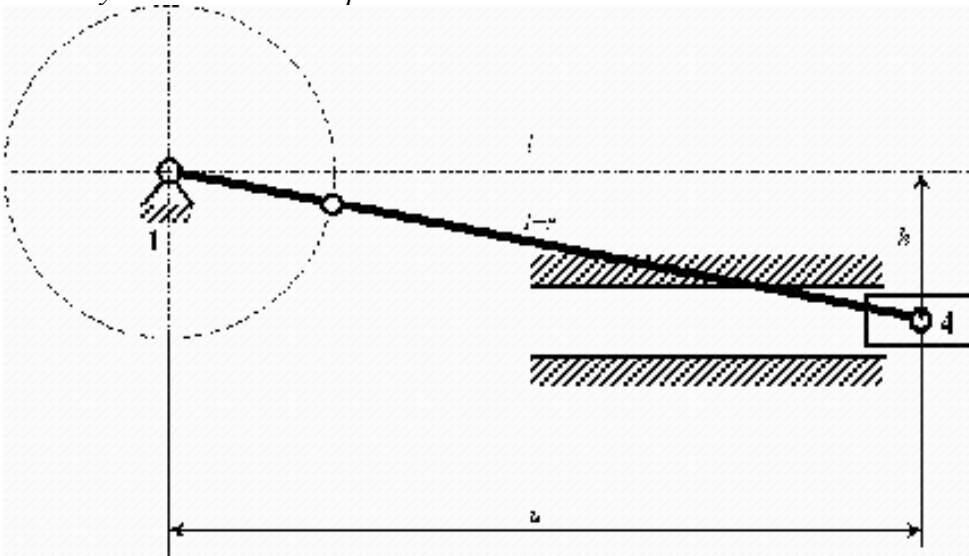
```
> plot([omega1,phi],t=0..2*T,title="Uhlova rychlost a uhel  
otoceni kliky", legend=["uhlova rychlost", "uhel  
natoceni"]);
```

>



Poloha úvratě uje určena z Pythagorovy pro polohu, ve které je klika i ojnice v jedné přímce.

Funce umocňování a odmocňování se v systému MAPLE zapisují pomocí příkazu `sqrt` pro druhou odmocninu (z anglického "square root"). Pro mocninu se používá znak `^` umístěný za umocňovanou proměnou.



```
> u:=sqrt((r+l)^2-h^2);
```

$u := 2.68840101$

Pro výpočet goniometrických funkcí \sin , \cos , \tan atd. se používají standardní příkazy, argumenty musí být zadány v kulatých závorkách. Goniometrické funkce jsou implicitně počítány v radiánech.

```
> psi:=arcsin((r/l)*sin(phi)+h/l);
```

$\psi := \arcsin\left(0.3500000000\sin\left(\frac{1}{2}\pi t\right) + 0.1250000000\right)$

Výpočet polohy pohyblivého členu s využitím úhlu natočení hnací kliky φ a úhlu ψ mezi ojnicí a osou pohybu posuvného členu.

```
> z:=l*cos(psi)+r*cos(phi);
```

$z := 2\sqrt{1 - \left(0.3500000000\sin\left(\frac{1}{2}\pi t\right) + 0.1250000000\right)^2} + 0.7\cos\left(\frac{1}{2}\pi t\right)$

Výsledná poloha pohyblivého členu vypočtená jako rozdíl úvrati a polohy pohyblivého členu

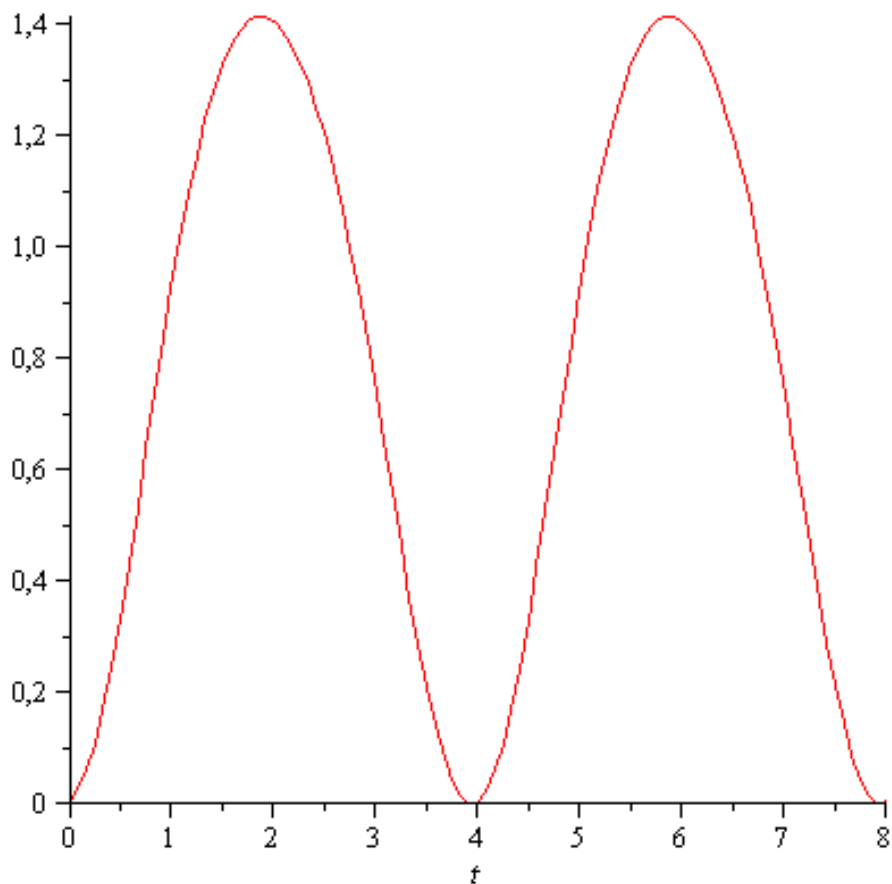
```
> x:=u-z;
```

$x := 2.688401012$

$-2\sqrt{1 - \left(0.3500000000\sin\left(\frac{1}{2}\pi t\right) + 0.1250000000\right)^2} - 0.7\cos\left(\frac{1}{2}\pi t\right)$

Vykreslení dráhy posuvného členu

```
> plot(x, t=0..2*T);
```



Výpočet rychlosti posuvného členu derivací dráhy.

Pro výpočet základních funkcí matematického calculu (derivace, integrály, limity diferenciální rovnice atd.) se používají speciální příkazy. Zde využíváme příkaz pro derivování `diff`. Standardní syntaxe příkazu `diff` následující: `diff(diferencovaná funkce, proměnná podle které se diferencuje)`.

> `c41:=diff(x,t);`

$$c41 := \frac{\left(0.3500000000 \left(0.3500000000 \sin\left(\frac{1}{2} \pi t\right) + 0.1250000000\right) \cos\left(\frac{1}{2} \pi t\right) \pi\right)}{\sqrt{1 - \left(0.3500000000 \sin\left(\frac{1}{2} \pi t\right) + 0.1250000000\right)^2} + 0.3500000000 \sin\left(\frac{1}{2} \pi t\right) \pi}$$

Výpočet absolutní hodnoty rychlosti.

Pro výpočet absolutní hodnoty v systému Maple 11 se použije příkaz `abs`. Funkce z níž se absolutní hodnota počítá je uvedena v kulatých závorkách.

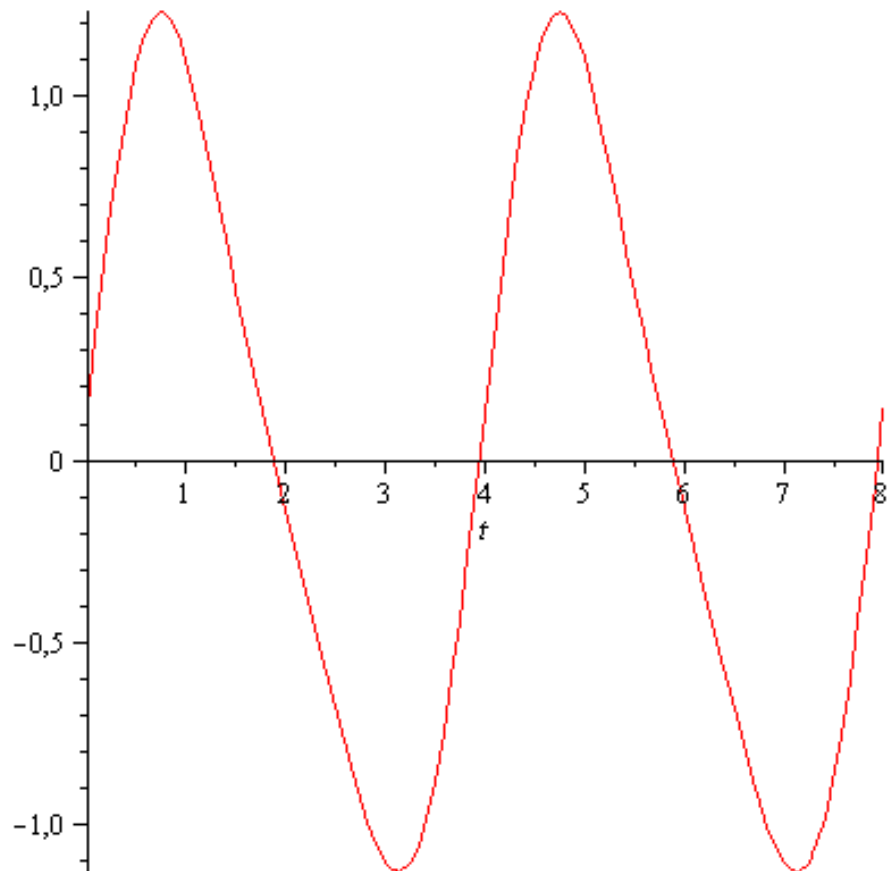
> `c41_A:=abs(c41);`

$$c41_A := \left| \frac{\left(0.3500000000 \left(0.3500000000 \sin\left(\frac{1}{2} \pi t\right) + 0.1250000000\right) \cos\left(\frac{1}{2} \pi t\right) \pi\right)}{\sqrt{1 - \left(0.3500000000 \sin\left(\frac{1}{2} \pi t\right) + 0.1250000000\right)^2} + 0.3500000000 \sin\left(\frac{1}{2} \pi t\right) \pi} \right|$$

Vykreslení rychlosti posuvného členu

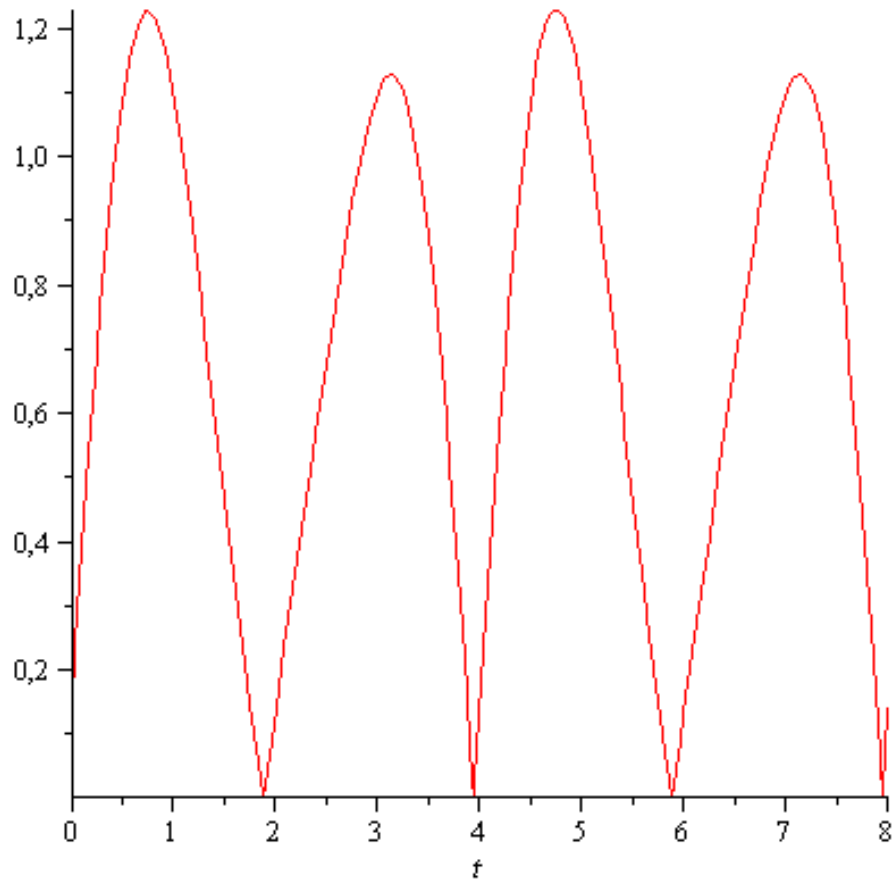
Časová závislost rychlosti posuvného členu

```
> plot(c41, t=0..2*T);
```



Časová závislost absolutní hodnoty rychlosti posuvného členu.

```
> plot(c41_A, t=0..2*T);
```



Výpočet zrychlení posuvného členu

> `a41:=diff(c41,t);`

$$\begin{aligned}
 a41 := & \left(0.06125000000 \left(0.3500000000 \sin\left(\frac{1}{2} \pi t\right) \right. \right. \\
 & \left. \left. + 0.1250000000 \right)^2 \cos\left(\frac{1}{2} \pi t\right) \pi^2 \right) / \left(1 \right. \\
 & \left. - \left(0.3500000000 \sin\left(\frac{1}{2} \pi t\right) + 0.1250000000 \right)^2 \right)^{3/2} \\
 & + \frac{0.06125000000 \cos\left(\frac{1}{2} \pi t\right) \pi^2}{\sqrt{1 - \left(0.3500000000 \sin\left(\frac{1}{2} \pi t\right) + 0.1250000000 \right)^2}} \\
 & - \left(0.1750000000 \left(0.3500000000 \sin\left(\frac{1}{2} \pi t\right) \right. \right. \\
 & \left. \left. + 0.1250000000 \right) \sin\left(\frac{1}{2} \pi t\right) \pi^2 \right) / \\
 & \sqrt{1 - \left(0.3500000000 \sin\left(\frac{1}{2} \pi t\right) + 0.1250000000 \right)^2} \\
 & + 0.1750000000 \cos\left(\frac{1}{2} \pi t\right) \pi^2
 \end{aligned}$$

> `plot([c41,a41],t=0..2*T,title="rychlost a zrychlení posuvného členu",legend=["rychlost", " zrychlení"]);`

rychlost a zrychlení posuvného členu

