

6KT

KONSTRUOVÁNÍ STROJŮ

PŘEVODY

Josef Frýza

fryza@fme.vutbr.cz

A2/403

Ústav konstruování

Fakulta strojního inženýrství

VUT v Brně

1. cvičení

Průběh cvičení

- Cvičení probíhá formou **individuálního** semestrálního projektu (planetová převodovka).
- V průběhu cvičení studenti řeší **samostatně** projekt dle zadání vyučujícího.
- Projekt je postaven na knize **Konstruování strojních součástí** (**errata** – viz **e-learning**).
- Při cvičeních je možné využívat počítačů na učebně nebo si nosit **soukromé notebooky** (v učebnách je k dispozici WiFi).
- Při vypracování výpočtové části semestrálního projektu je doporučeno využívat programu **Mathcad** (preferovaný), případně dalších programů např. MS Office Excel, atd.



M

Hodnocení a docházka ve cvičení

- Účast na cvičeních je kontrolována. Maximálně **2 omluvené** absence
- **Student je povinen** vést průběžnou konstrukční dokumentaci řešení projektu (**výpočtový sešit**), která slouží jako podklad pro konzultace ve cvičeních.
- Ze cvičení je možné získat **40 bodů** (min. 50 % pro získání zápočtu)
 - **40 b.** vypracování a odevzdání semestrálního projektu v termínu
 - **25 b. výpočtová zpráva** (tj. kompletní konstrukční dokumentace)
 - **15 b. výkresová dokumentace** 10 b. návrhový výkres sestavení
5 b. výrobní výkresy
 - **(-)20 b.** průběžné hodnocení práce studenta
 - (ne)včasné plnění klíčových bodů projektu dle **kontrolního listu**
 - **konstrukční dokumentace** a (ne)připravenost na **konzultace**



Kontrolní protokol a výpočtový sešit

- **Kontrolní list**

- vytisknout, nosit do cvičení
- do dalšího cvičení vyplněné požadované hodnoty (hodnocení)

Kontrolní list							
Týden	Parametr		Výsledky - iterace				
			1.	2.	3.	4.	5.
1.	Počet zubů centrálního kola	z_1					
	Počet zubů satelitu	z_2					
	Počet zubů korunového kola	z_3					
	Počet satelitů	a_K					
	Dílčí převodový poměr	i_{12}					
	Dílčí převodový poměr	i_{23}					
	Procentuální odchylka skutečných a požadovaných výstupných otáček	n_{4_dev}					
	Otáčky satelitu	n_2					
	2.	Modul ozubení (normální)	m_n				
Šířka centrálního kola		b_1					
Šířka satelitu		b_2					

- **Výpočtový sešit**

- nutné vedení v papírové podobě (ručně, tisk z Mathcadu)

Převodové mechanismy planetové

Převodové mechanismy planetové

- Osy satelitů konají krouživý pohyb okolo centrální osy převodu
- Satelity uložené na těchto osách konají vůči rámu planetový pohyb

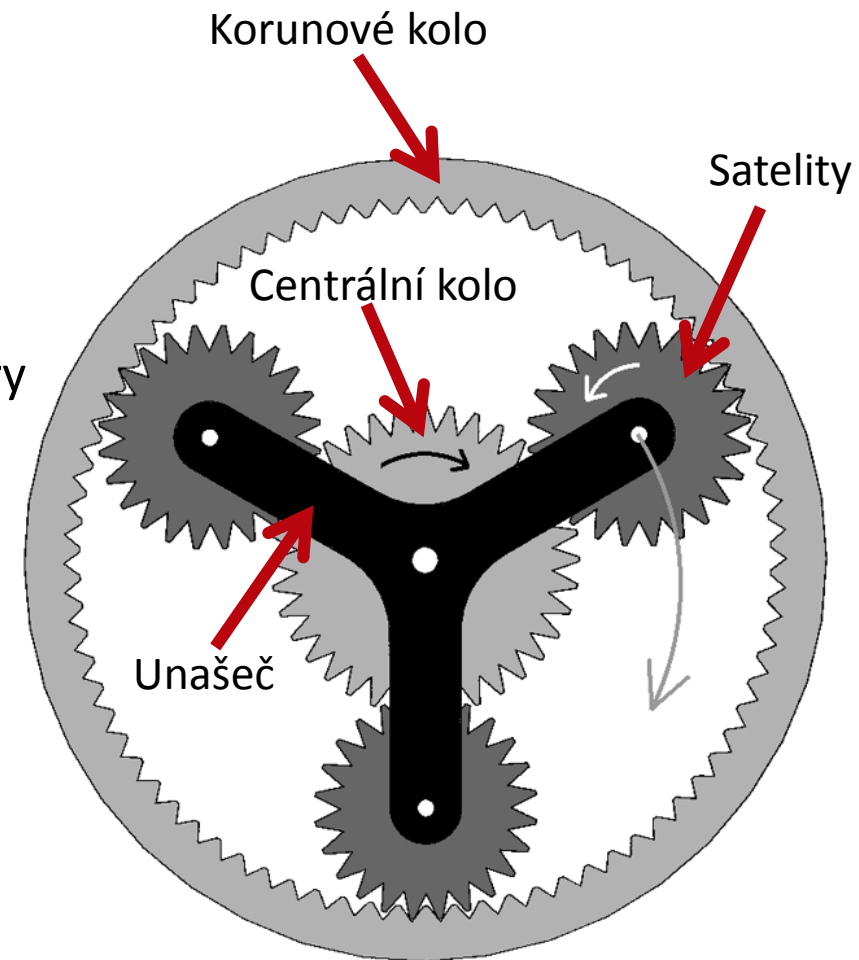
Výhody

- Kompaktní konstrukce (souosé uspořádání) a velké převodové poměry
- Nižší hmotnost oproti předlokové převodovce (cca o 50%)
- Více převodových kombinací a dělení výkonu do několika toků
- Jednodušší řazení (kola stále v záběru)

Nevýhody

- Vyšší požadavky na přesnost a montáž
- Vyšší výrobní náklady
- Složitější konstrukční návrh – kinematika a omezení mechanismu

https://www.youtube.com/watch?v=-ue_usZqHYs



<http://www.stefanv.com/>

Převodové mechanismy planetové

Uspořádání planetových převodů

Zabrzděné korunové kolo

Vstup = centrální kolo, výstup = unášeč, převod do pomala

Zabrzděný unášeč satelitů

Vstup = centrální kolo, výstup = korunové kolo, obrácení smyslu otáčení

Zabrzděné centrální kolo

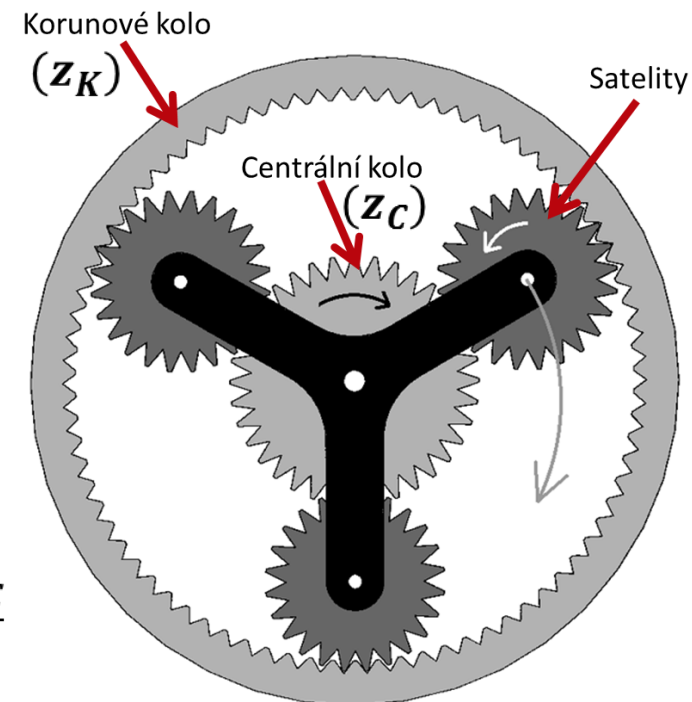
Vstup = unášeč satelitů, výstup = korunové kolo, převod do pomala

Nejvyšší převodový poměr

$$i = \frac{z_K + z_C}{z_C}$$

$$i = -\frac{z_K}{z_C}$$

$$i = \frac{z_K + z_C}{z_K}$$



Převodový poměr

$$i = \frac{\text{hnací kolo}}{\text{hnané kolo}} = \frac{\omega_2}{\omega_3} = \frac{n_2}{n_3} = \frac{z_3}{z_2}$$

Převodové číslo

$$u = \frac{\text{počet zubů kola}}{\text{počet zubů pastorku}} = \frac{z_3}{z_2}$$

kde $z_3 \geq z_2$

Převod do pomala (reduktory)

$$i = u > 1$$

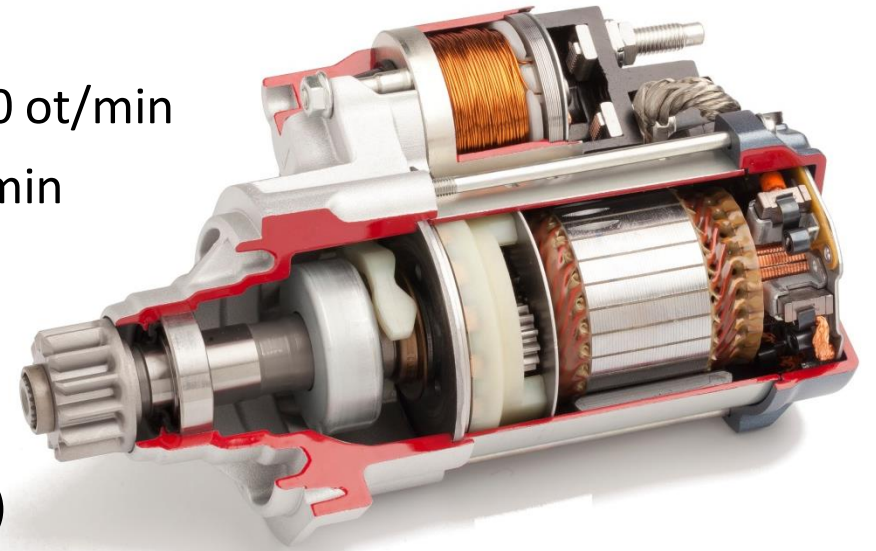
Převod do rychla (multiplikátory)

$$i = \frac{1}{u} < 1$$

Semestrální projekt – Startér s planetovou převodovkou

Spouštěč (startér) – účel a použití

- **Účel:** Spuštění motoru na otáčky umožňující spalování paliva takové, aby mechanický výkon překonal pasivní odpory motoru a zároveň ho i urychloval
- **Spouštěcí otáčky** setrvačníku motoru:
 - Zážehové a vznětové motory (přímé vstřikování) $40 \div 150$ ot/min
 - Vznětové motory s nepřímým vstřikováním $80 \div 200$ ot/min
- **Výkon spouštěče** dle motoru:
 - $0,15 \div 0,8$ kW – jednostopá vozidla (12V)
 - $0,5 \div 2$ kW – osobní automobily (12V)
 - $2 \div 5$ kW – střední automobily (dodávky) a traktory (24V)
 - $4,4 \div 8$ kW – těžké nákladní automobily (24V)
 - nad 8 kW – stacionární, drážní a lodní motory (48V)

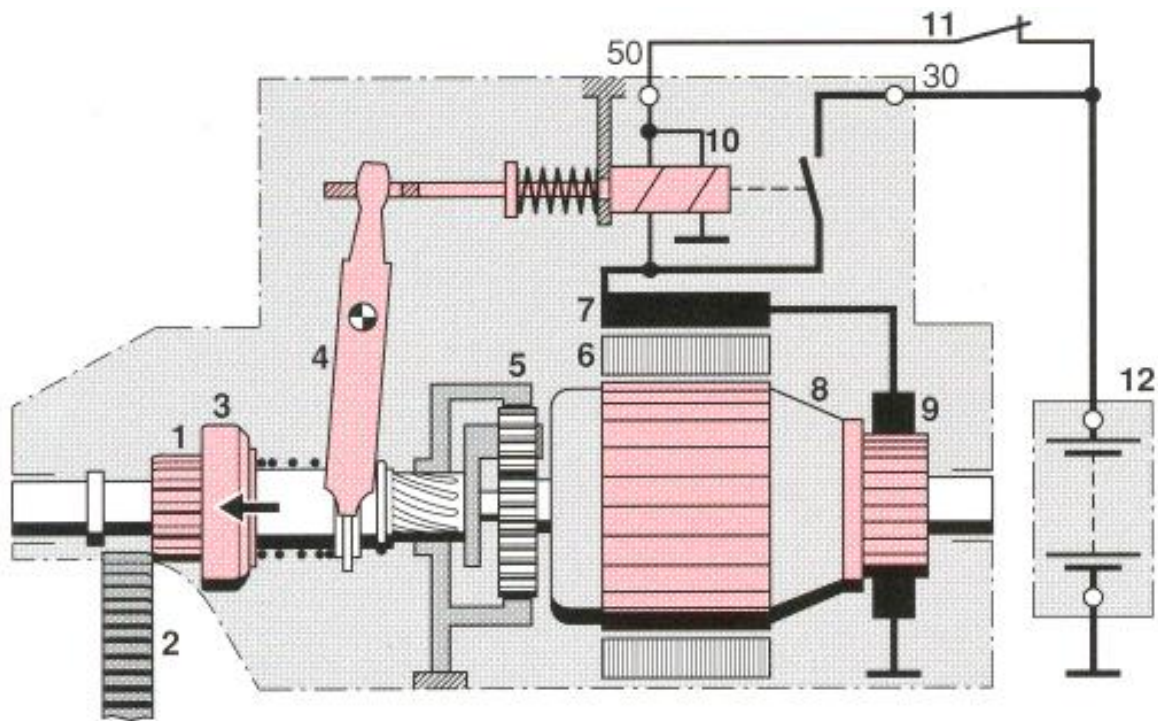


Semestrální projekt – Startér s planetovou převodovkou

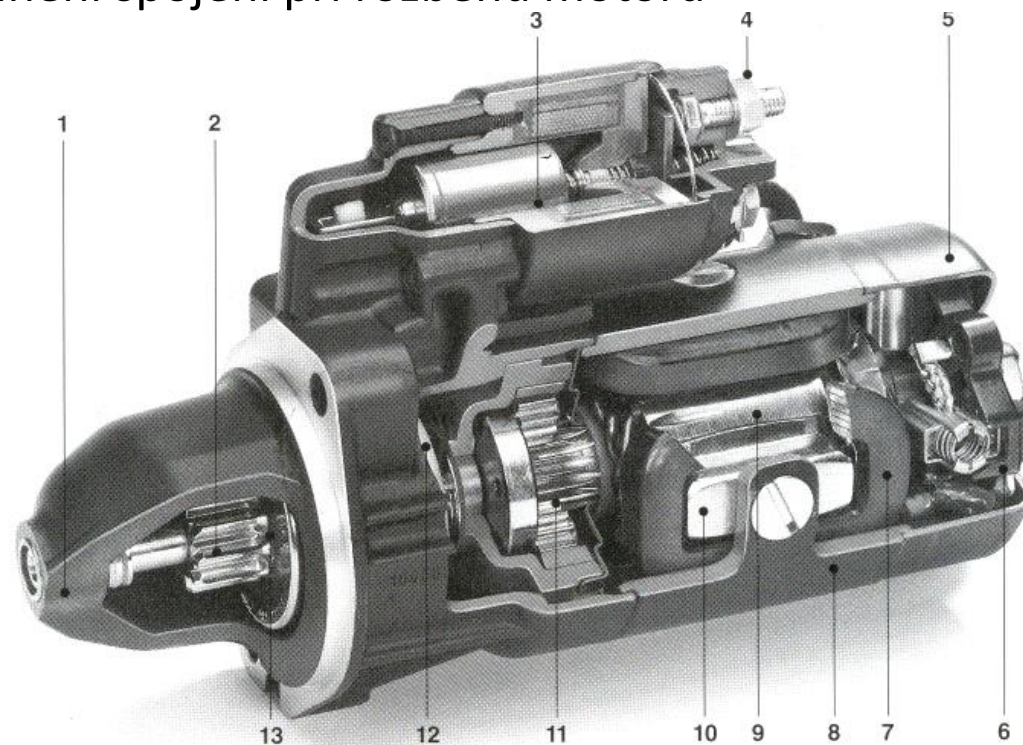
Spouštěč (startér) – konstrukce a princip funkce

- **Konstrukční a funkční požadavky:**

- Nízko/bez-údržbový provoz (naddimenzovaná životnost/trvanlivost; trvalá náplň maziva)
- Vysunutí/zasunutí pastorku a automatické uvolnění spojení při rozběhu motoru



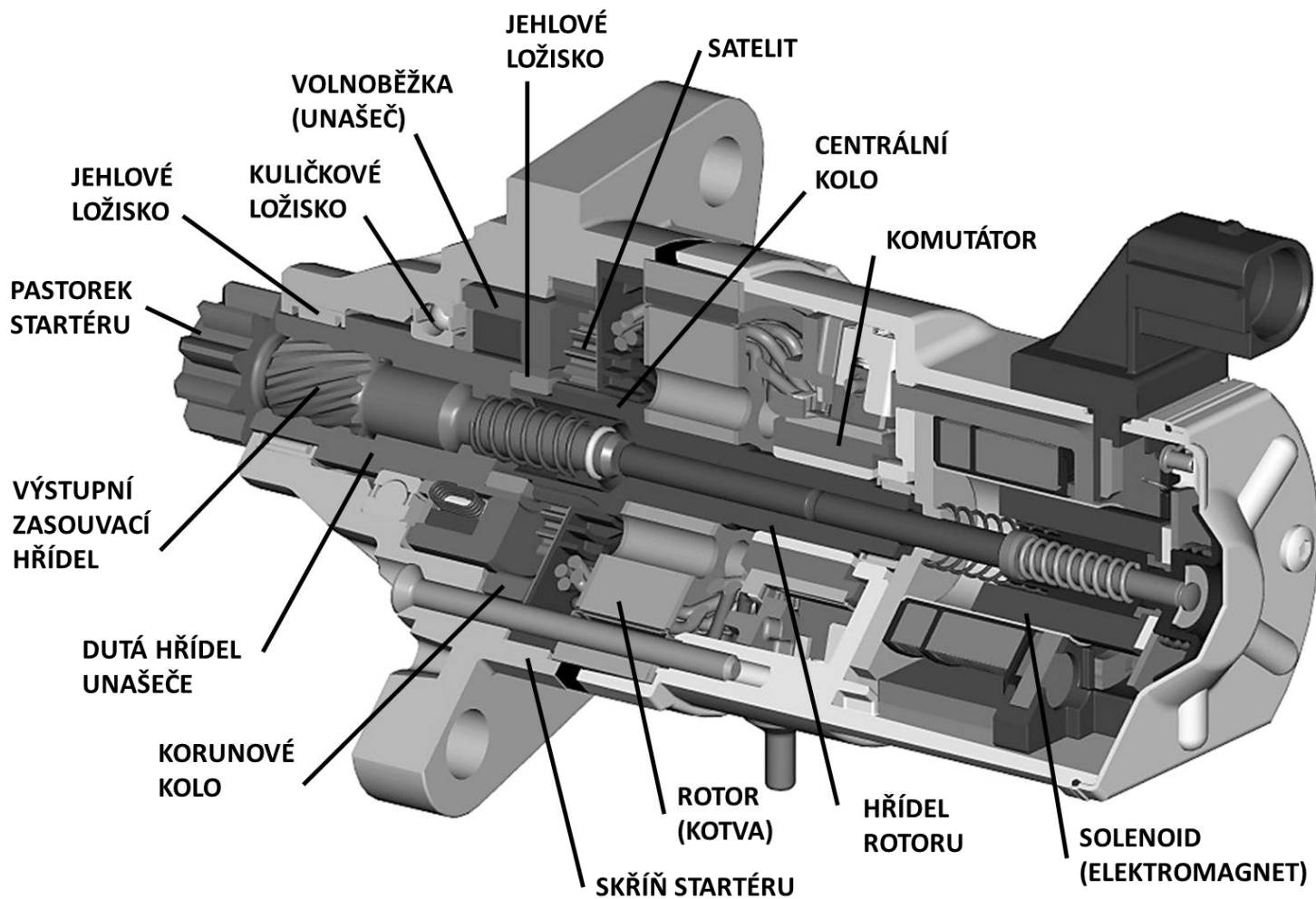
<https://www.youtube.com/watch?v=2IQaIA2JoYw>



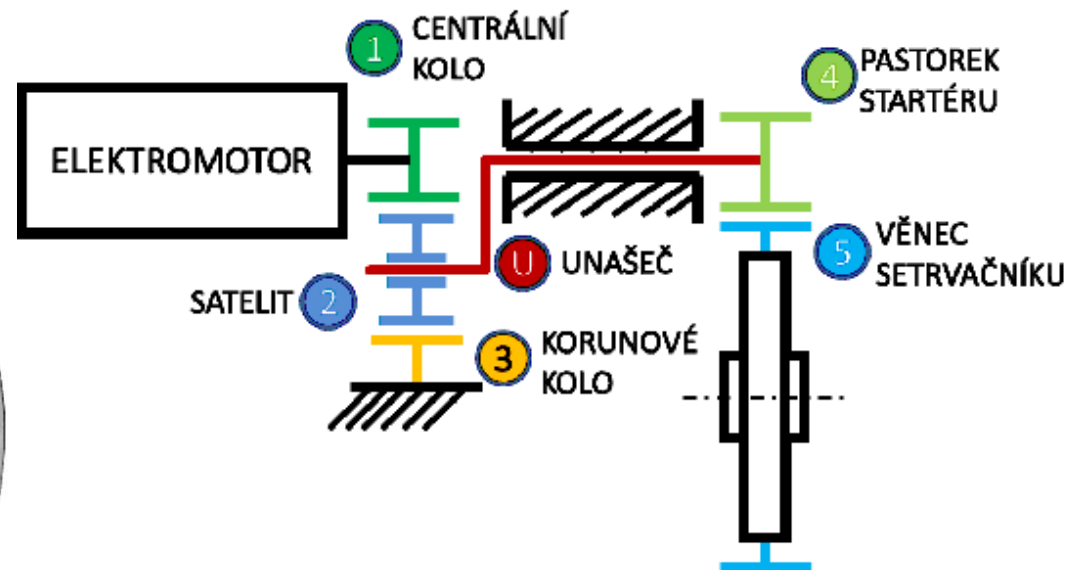
https://www.youtube.com/watch?v=8WD5Q_PF3pM

Semestrální projekt – Koncepce startéru pro projekt

Axiální startér



KINEMATICKÉ SCHÉMA SPOUŠTĚČE (STARTÉRU)



Semestrální projekt

Semestrální projekt: Návrh jednostupňové planetové převodovky

- **Časový harmonogram projektu** (podrobněji viz [Zadání projektu](#)):
 - **Týden 1. - 3.** – Návrh základních parametrů převodu a nekorigovaného ozubení
 - **Týden 3. - 6.** – Pevnostní kontrola ozubení pro soukolí centrální kolo – satelit
 - **Týden 6. - 7.** – Návrh čepů satelitů a nejmenšího průměru hřídele unašeče
 - **Týden 8.** – Návrh uložení hřídele unašeče a drážkování hřídele
 - **Týden 9.** – Dimenzování hřídele unašeče a kontrola bezpečnosti
 - **Týden 10. - 11.** – Výkresová dokumentace
 - **Týden 12.** – Odevzdání projektu



Semestrální projekt – 1. cvičení (úkol do 2. cvičení)

- Nadefinování vstupních parametrů – viz [Zadání projektu](#) a [Varianty zadání](#)
- Počáteční volba počtu zubů
- Celkový převodový poměr (metoda okamžitého středu otáčení viz [Konstruování strojů](#) nebo [Doplňující podklady](#))
- Kontrola odchylky skutečných a požadovaných výstupních otáček ($< 1\%$)
- Geometrické podmínky planetového mechanismu
 - 1. - Stejně osové vzdálenosti
 - 2. - Podmínka smontovatelnosti
 - (3. - Vůle mezi sousedními satelity) – 2. cvičení
- Dílčí převodové poměry
- Otáčky satelitu

Děkuji vám za pozornost

Josef Frýza

fryza@fme.vutbr.cz

<http://uk.fme.vutbr.cz/>