

MECHANIKA PRO LAMY

ANEB

JAK ROZHÝBAT ROBOTA

STŘEDOŠKOLSKÁ MECHANIKA

⇒ SKONČÍME U NEWTONA

- maximální zjednodušení
- pokusím se příliš nelhat
- ti, co o tom něco vědí, ať raději neposlouchají
- až toho budete mít dost, tak mě zastavte

PODLE ČEHO VYBRAT VHODNÝ POHON PRO ROBOTA?

- neřešíme teď typ motoru, ale parametry
- budeme si ukazovat na příkladu DC elektromotoru s permanentním magnetem, u něhož je to asi nejjednodušší

BĚŽNĚ SE DOZVÍTE (V LEPŠÍM PŘÍPADĚ) TYTO PARAMETRY

- nominální napětí U [V]
- otáčky bez zatížení n_0 [ot/min = rpm]
- proud naprázdno (bez zatížení) I_0 [A]
- proud při zabrždění I^* [A]
- krouticí moment při zabrždění M_k^* [Nm] {kg.cm}

v ideální případě ještě parametr

- K_T [kg.cm/A] nebo K_V [ot/min/V]

Bohužel to jsou hodnoty v extrémních režimech, kde motor obvykle provozovat nebudeme.

SERVOMOTOR ST3215-HS

TORQUE	20kg.cm@12V
OPERATING VOLTAGE	6 ~ 12.6 V
NO-LOAD SPEED	0.094sec / 60° (106RPM)
NO-LOAD CURRENT	240 mA
LOCKED-ROTOR CURRENT	2.4A
KT	8.3kg.cm/A

<https://www.waveshare.com/st3215-hs-servo-motor.htm>

TT MOTOR 48 : 1

1. Torque: 800gf
a min (at 3V)
- 2, no-load speed: 1:48(3V)
- 3, load current: 70mA (250mA MAX) (3V)
4. The motor is equipped with EMC, which has strong anti-interference ability.
There is no interference to the single chip computer.
Compared with the general without EMC, there is no EMC
The current is too large, which has a great impact on the robot operation.
The single chip computer does not work often.
Weight: 26 grams



Specification:

Origin: Mainland China
Type: Module
Condition: New
Application: Electric Toy
Supply Voltage: DC3V-12 V
Model Number: TT Motor
Working voltage: 3V~12VDC (recommended working voltage is around 6 to 8V)
Maximum torque: 800 GF CM MIN (at 3V)
No-load speed: 1:48 (at 3V)
Load current: 70MA (250 MA MAX) (at 3V)
Product size: 70mmx37mmx22mm/2.76x1.46x0.87inch

SILOVÉ VELIČINY

- Síla
- Krouticí moment

KINEMATICKÉ VELIČINY

- Vzdálenost (dráha)
- Úhel
- Rychlost
- Úhlová rychlost / otáčky
- Zrychlení

ENERGETICKÉ VELIČINY

- Energie / práce
 - mechanická
 - elektrická
- Výkon
- Účinnost

POŽADOVANÉ PARAMETRY POHONU

Pro určení potřebujeme znát:

- ⦿ Hmotnost robota
- ⦿ Stoupavost
- ⦿ Maximální rychlost
- ⦿ Maximální zrychlení
- ⦿ Velikost kol
- ⦿ Materiál kol a terén, pro jaký je robot určen

KROUTICÍ MOMENT

Musí pokrýt „odporové“ síly:

- síla na překonání trakčních odporů
- síla pro překonání setrvačných sil při akceleraci
- síla pro stoupání

TRAKČNÍ ODPORY

Dominantní odpor proti pohybu způsobuje odpor valení, který je způsoben deformací kola a podložky

Výsledkem je, že se kolo neodvaluje kolem ideálního bodu dotyku, ale kolem jiného bodu posunutého o vzdálenost, která se nazývá rameno valivého odporu ξ .

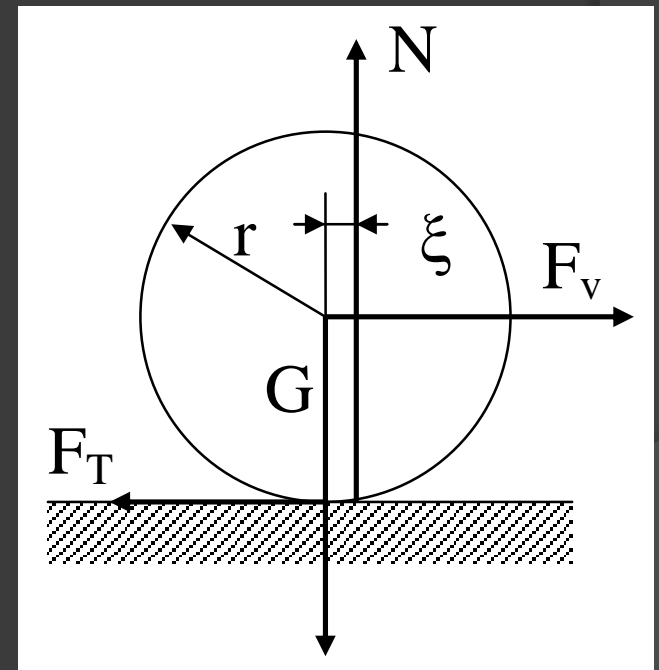
$$F_v = G \cdot \frac{\xi}{r}$$

F_v ... síla pro pohyb

G ... tíhová síla ($G = m \cdot g$)

F_T ... potřebná adhezní síla

N ... normálová síla mezi podložkou a kolem



SETRVAČNÁ SÍLA

Při akceleraci musí hnací síla překonat setrvačnou sílu

$$F_a = m \cdot a_{\max}$$

F_a ... síla pro akceleraci

m ... hmotnost robota (pro přesnější výpočet je nutné uvažovat i setrvačnost rotujících hmot, tj. motoru, převodovky a kol)

a_{\max} ... maximální zrychlení

SÍLA PRO STOUPÁNÍ

Při jízdě do kopce musí robot překonat složku tíhové síly

$$F_s = G \cdot \sin \alpha$$

F_s ... síla pro stoupání

G ... tíhová síla ($G = m \cdot g$)

α ... maximální úhel stoupání

POŽADOVANÝ MOMENT

Výsledná síla:

$$F = F_v + F_a + F_s$$

Potřebný krouticí moment pohonu:

$$M_k = F \cdot r$$

M_k ... krouticí moment pohonu

F ... celková síla pro překonání „odporů“

r ... poloměr hnacího kola

OTÁČKY

Otáčky určíme z požadované rychlosti

$$\omega = \frac{v_{max}}{r}$$

$$n = \frac{30 \cdot \omega}{\pi}$$

v_{max} ... požadovaná maximální rychlost [m/s]

r ... poloměr kola [m]

ω ... úhlová rychlost [rad/s]

n ... otáčky [ot./min]

PŘEVODOVKA

Pro získání dostatečného krouticího momentu a vhodné rychlosti (otáček) často potřebujeme převod (nejčastěji do pomalu $i_{12} > 1$)

$$i_{12} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{n_1}{n_2}$$

PŘEVODOVKA

Výkon se však nezmění (zanedbáme-li ztráty)

$$P = M_{k1} \cdot \omega_1 = M_{k2} \cdot \omega_2$$

Ve stejném poměru se tedy změní i
krouticí moment

$$i_{12} = \frac{M_{k2}}{M_{k1}}$$

PROVOZNÍ REŽIM

Režim maximálního výkonu P_{\max}

- proud $I = \frac{1}{2} I^*$
- moment $M_k = \frac{1}{2} M_k^*$
- otáčky $n = \frac{1}{2} n_0$

Režim maximální účinnosti η_{\max}

- proud $I \sim \frac{1}{4} I^*$
- moment $M_k \sim \frac{1}{4} M_k^*$
- otáčky $n \sim \frac{3}{4} n_0$

VOLBA POHONU

S ohledem na rozumný provozní režim tedy volíme pohon přibližně s dvojnásobkem požadovaného krouticího momentu a dvojnásobnými volnoběžnými otáčkami

Příklad

PROSTOR PRO DOTAZY

DĚKUJI ZA POZORNOST