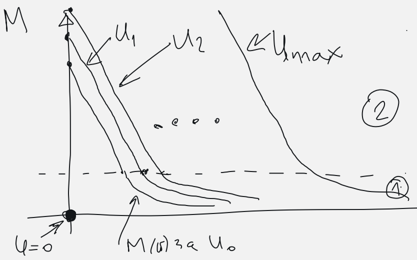
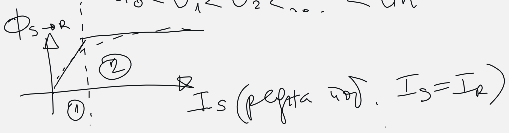
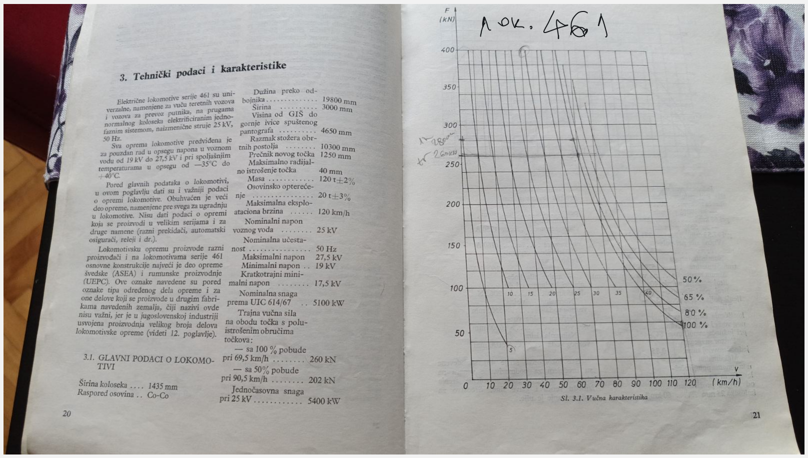
$U \in [0, U_{max}]$

за разне вр. $U_m[V] \longrightarrow$ фамилија $\underline{M(\omega)}$ кривих



$U_0 < U_1 < U_2 < \dots < U_n$




Лок. 461
F (kN)
400
350
300
250
200
150
100
50
10
15
20
25
30
35
40
50%
65%
80%
100%
0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120
v (km/h)

3. Tehnički podaci i karakteristike

Električne lokomotive serije 461 su univerzalne, namenjene za vuču teretnih vozova i vozova za prevoz putnika, na prugama normalnog koloseka elektrificiranim jednofaznim sistemom, naizmenične struje 25 kV, 50 Hz.

Sva oprema lokomotive predviđena je za pouzdan rad u opsegu napona u voznom vodu od 19 kV do 27,5 kV i pri spoljašnjim temperaturama u opsegu od —35°C do +40°C.

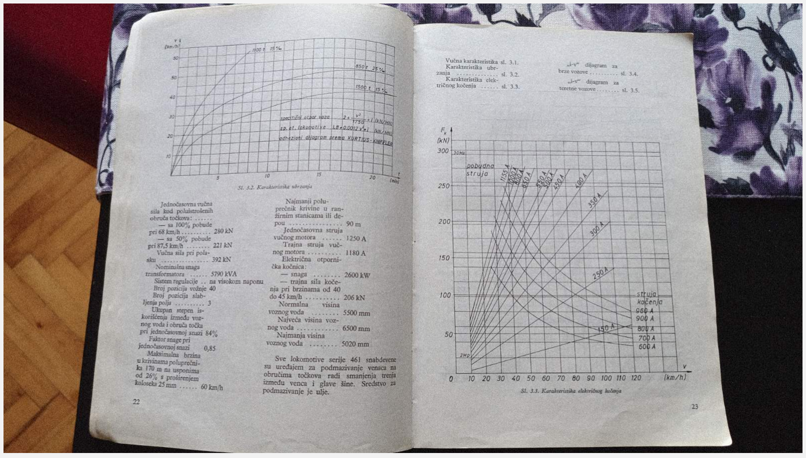
Pored glavnih podataka o lokomotivi, u ovom poglavlju dati su i važniji podaci o opremi lokomotive. Obuhvaćen je veći deo opreme, namenjene pre svega za ugradnju u lokomotive. Nisu dati podaci o opremi koja se proizvodi u velikim serijama i za druge namene (razni prekidači, automatski osigurači, releji i dr.).

Lokomotivsku opremu proizvode razni proizvođači i na lokomotivama serije 461 osnovne konstrukcije najveći je deo opreme švedske (ASEA) i rumunske proizvodnje (UEPC). Ove oznake navedene su pored oznake tipa određenog dela opreme i za one delove koji se proizvode u drugim fabrikama navedenih zemalja, čiji nazivi ovde nisu važni, jer je u jugoslovenskoj industriji usvojena proizvodnja velikog broja delova lokomotivske opreme (videti 12. poglavlje).

3.1. GLAVNI PODACI O LOKOMOTIVI

Širina koloseka	1435 mm
Raspored osovina	Co-Co
Dužina preko odbojnika	19800 mm
Širina	3000 mm
Visina od GIŠ do gornje ivice spuštenog pantografa	4650 mm
Razmak stožera obrtnih postolja	10300 mm
Prečnik novog točka	1250 mm
Maksimalno radijalno istrošenje točka	40 mm
Masa	120 t±2%
Osovinsko opterećenje	20 t±3%
Maksimalna eksploataciona brzina	120 km/h
Nominalni napon voznog voda	25 kV
Nominalna učestanost	50 Hz
Maksimalni napon	27,5 kV
Minimalni napon	19 kV
Kratkotrajni minimalni napon	17,5 kV
Nominalna snaga prema UIC 614/67	5100 kW
Trajna vučna sila na obodu točka s poluistrošenim obručima točkova:	
— sa 100% pobude pri 69,5 km/h	260 kN
— sa 50% pobude pri 90,5 km/h	202 kN
Jednočasovna snaga pri 25 kV	5400 kW

Sl. 3.1. Vučna karakteristika


v (km/h)
1100 t 15 ‰
850 t 25 ‰
1500 t 15 ‰
specifični otpor voza $2+\frac{v^2}{1750}+i$ (kN/MN)
sp. ot. lokomotive $1{,}8+0{,}0012\,v^2+i$ (kN/MN)
adhezioni dijagram prema KURTIUS-KNIFFLER
5
10
15
20
t (min)
F_k (kN)
300
250
200
150
100
50
30MN
pobudna struja
1155 A
1000 A
800 A
650 A
550 A
500 A
450 A
400 A
350 A
300 A
250 A
0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120
v (km/h)

Sl. 3.2. Karakteristika ubrzanja

Jednočasovna vučna sila kod poluistrošenih obruča točkova:	
— sa 100% pobude pri 68 km/h	280 kN
— sa 50% pobude pri 87,5 km/h	221 kN
Vučna sila pri polasku	392 kN
Nominalna snaga transformatora	5790 kVA
Sistem regulacije	na visokom naponu
Broj pozicija vožnje	40
Broj pozicija slabljenja polja	3
Ukupan stepen iskorišćenja između voznog voda i obruča točka pri jednočasovnoj snazi	84%
Faktor snage pri jednočasovnoj snazi	0,85
Maksimalna brzina u krivinama poluprečnika 170 m na usponima od 26% s proširenjem koloseka 25 mm	60 km/h
Najmanji poluprečnik krivine u ranžirnim stanicama ili depou	90 m
Jednočasovna struja vučnog motora	1250 A
Trajna struja vučnog motora	1180 A
Električna otpornička kočnica:	
— snaga	2600 kW
— trajna sila kočenja pri brzinama od 40 do 45 km/h	206 kN
Normalna visina voznog voda	5500 mm
Najveća visina voznog voda	6500 mm
Najmanja visina voznog voda	5020 mm

Sve lokomotive serije 461 snabdevene su uređajem za podmazivanje venaca na obručima točkova radi smanjenja trenja između venca i glave šine. Sredstvo za podmazivanje je ulje.

Vučna karakteristika sl. 3.1.
Karakteristika ubrzanja .... sl. 3.2.
Karakteristika električnog kočenja .... sl. 3.3.
„i-v" dijagram za brze vozove .... sl. 3.4.
„i-v" dijagram za teretne vozove .... sl. 3.5.

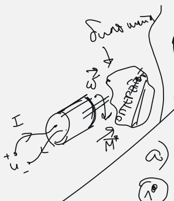
Sl. 3.3. Karakteristika električnog kočenja

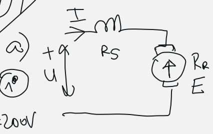
⊛ ~~ПРИМЕР~~ МОТОР ЈС СА РЕДНОМ ПОБУДОМ

$U_1 = 200V$, $\boxed{n_1 = 100\ o/min}$ a) $\underline{P_1 = ?}$

$I_1 = 10A$, $R_R + R_S = 2\ \Omega$

б) $U_2 = 220V \to n_2 = ?,\ P_2 = ?$


оптерећење
$\vec{\omega}$
$\vec{M}$
I
+
U
-



$U=200V$

$U_1 = R_S I_1 + R_R I_1 + E_1$

$U_1 = (R_S + R_R) I_1 + E_1$

✓ ✓ ✓ ?

1. $U = \Sigma R \cdot I + E$
2. $M = c_m\Phi \cdot I$
3. $E = c_m\Phi \cdot \omega$
4.

$P_1 = ?$

$P_1 = M_1 \cdot \omega_1$

$M_1 = c_m\Phi_1 \cdot I_1$

? ? ✓

$E_1 = U_1 - (R_R + R_S) I_1 = 200V - 2\Omega \cdot 10A$

$\underline{E_1 = 180V}$

$\omega_1 = n_1 \cdot \underbrace{\frac{2\pi}{60}}_{\frac{1}{9{,}55}} = \frac{100}{9{,}55}\frac{rad}{s} = 10{,}47\frac{rad}{s}$

$\left[\frac{rad}{s}\right]$ $\left[\frac{o}{min}\right]$

$E_1 = c_m \Phi_1 \cdot \omega_1 \Rightarrow c_m\Phi_1 = \frac{E_1}{\omega_1} = \frac{180V}{10{,}47\frac{rad}{s}}$

$c_m\Phi_1 = 17{,}2\ Vs/rad$

$\underline{M_1 = c_m\Phi_1 \cdot I_1 = 172\ Nm}$

$P_1 = M_1 \cdot \omega_1 = 172\ Nm \cdot 10{,}47\frac{rad}{s} = 1805\ W = 1{,}8\ kW$

б) $U_2 = 220V$ (+10%) $\Rightarrow (\omega_2 = ?)\ \underline{n_2 = ?},\ P_2 = ?$

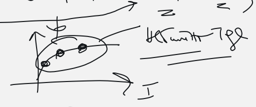
$U_2 = \Sigma R \cdot I_2 + E_2$

→ $\underline{\omega = const}$ → $M_{mot} = M_{opt}$ јер је $M_m - M_{opt} = J\cancel{\frac{d\omega}{dt}}^{\to 0}$

→ ако се не каже у зад. → $\underline{M_{opt} = const}$

$\Rightarrow M_2 = M_1 \Rightarrow c_m\Phi_2 I_2 = c_m\Phi_1 I_1 \Rightarrow I_1 = I_2,\ \underline{\Phi_1 = \Phi_2}$

$\underline{M = f(I)}$, $\Phi = f(I)$



$U_2 = (R_R + R_S)\overset{I_1!!}{I_2} + E_2$

✓ ✓ ?!

у пракси: $\boxed{\Sigma RI << E(\omega_{nom})}$

$E_2 = 220V - 2\Omega \cdot 10A = 200V$

$E_2 = C_m \Phi_2 \cdot \omega_2$; $\Phi_1 = \Phi_2 \Rightarrow \frac{E_1}{\omega_1} = \frac{E_2}{\omega_2}$; $\frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{E_2}{E_1}$

$\Phi_2 = \Phi_1$

$$\omega_2 = \omega_1 \cdot \frac{E_2}{E_1} = 10{,}47\frac{rad}{s} \cdot \frac{200V}{180V} = 11{,}63\frac{rad}{s}$$

$$M_2 = M_1 = 172\,Nm$$

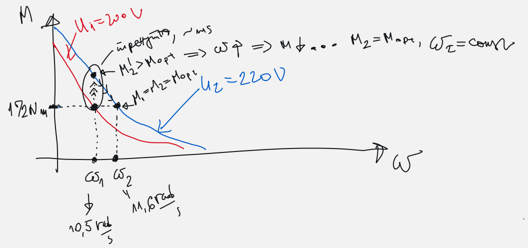
$$P_2 = M_2 \cdot \omega_2 = 2000{,}93W \approx 2kW$$

$n_2 = ?$ $n_2 = \omega_2 \cdot \frac{60}{2\pi} = \dots$

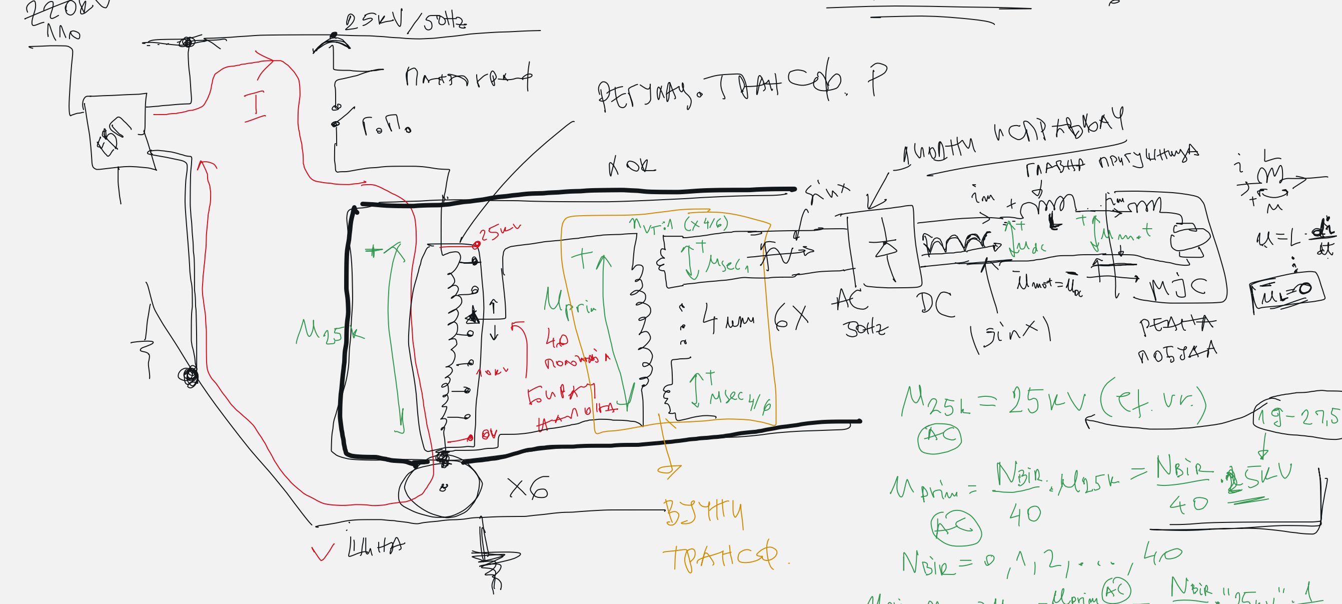
$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{E_2}{E_1} \Rightarrow n_2 = n_1 \frac{E_2}{E_1} = 100 \cdot \frac{200}{180} = 111{,}1 \frac{o}{min}$$

$U \uparrow +10\% \Rightarrow n, \omega \uparrow +11\%$

УПРАВЉАЊЕ БРЗИНОМ ПРЕКО НАПОНА МОТОРА!



КАКО СЕ ~~МЕЊА~~ НАПОН КОД 441/461 ЛОК. ?


220kV
ДВ
25kV/50Hz
ЕВП
I
пантограф
Г.П.
РЕГУЛАЦ. ТРАНСФ. Р
ЛОК
U_{25k}
25kV
10kV
0V
U_{prim}
40 положаја
бирач напона
$n_{VT}:1$ (x 4/6)
U_{sec_1}
$U_{sec_{4/6}}$
4 ком
6X
sin x
AC
50Hz
ДИОДНИ ИСПРАВЉАЧ
DC
|sin x|
ГЛАВНА ПРИГУШНИЦА
i_m
U_{dc}
U_{mot}
$\bar{U}_{mot} = \bar{U}_{dc}$
MJC
~~РЕДНА~~ ПОБУДА
X6
ШИНА
ВУЧНИ ТРАНСФ.
i
L
u

$u = L \cdot \frac{di}{dt}$

$\boxed{\bar{u}_L = 0}$

$U_{25k} = 25kV$ (ef. vr.) ← 19-27,5kV

(AC)

$$U_{prim} = \frac{N_{BIR}}{40} \cdot U_{25k} = \frac{N_{BIR}}{40} \cdot 25kV$$

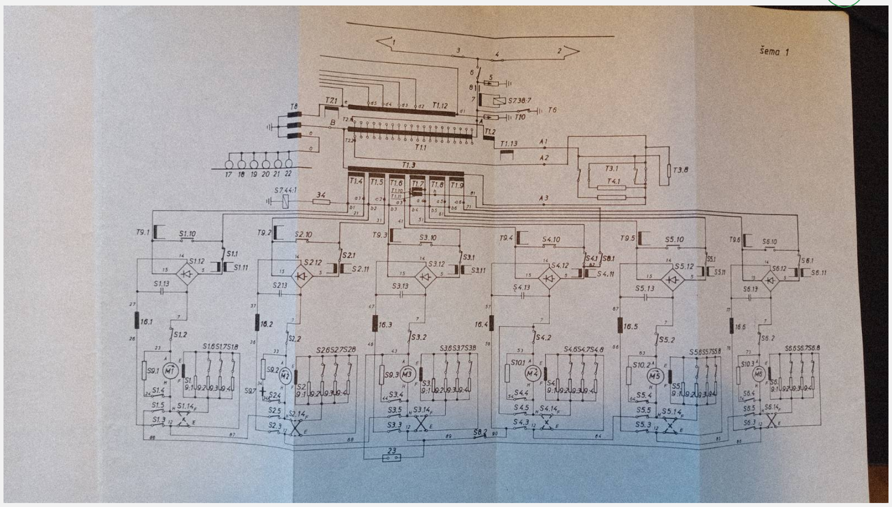
(AC)

$N_{BIR} = 0, 1, 2, \dots, 40$

$$\frac{U_{prim}}{U_{sec}} = n_{VT} \Rightarrow U_{sec} = \frac{U_{prim}}{n_{VT}} = \frac{N_{BIR}}{40} \cdot \text{"}25kV\text{"} \cdot \frac{1}{n_{VT}}$$

(AC) (AC)

$n_{VT} \approx 25$



$$U_{mot} = \bar{U}_{DC} = \frac{2\sqrt{2}}{\pi} \cdot U_{sec}$$

DC DC

$$U_{mot} = \frac{N_{BIR}}{40} \cdot \frac{1}{n_{VT}} \cdot \frac{2\sqrt{2}}{\pi} \cdot U_{mreže}$$

$\approx \frac{1}{25}$ $\approx 25kV$

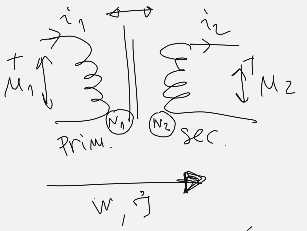
ТРАНСФОРМАТОРИ

ЕЛЕКТРОТЕХНИКА? ЕЛ. ВУЧНА ВОЗИЛА & ПОСТРОЈЕЊА

(КНИГА)

ГЛАВА 6.

Google → Wikipedia (eng) ...


i_1
i_2
u_1
u_2
N_1
N_2
prim.
sec.
w, j

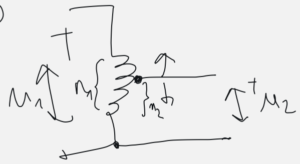
$\boxed{\frac{N_1}{N_2} = n}$ ТРАНСФОРМ. ОДНОС

$\frac{u_1}{u_2} = n \left(\frac{N_1}{N_2}\right) \left[\frac{u_1}{N_1} = \frac{u_2}{N_2}\right]$

$\frac{i_1}{i_2} = \frac{1}{n}\left(\frac{N_2}{N_1}\right) \left[i_1\cdot N_1 = i_2\cdot N_2\right]$

AC !!!

⊛



АУТОТРАНСФ.

БИРАЧ НАПОНА

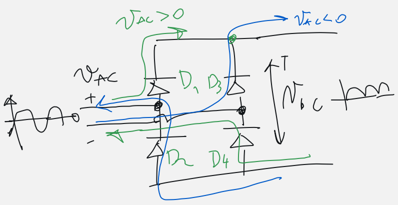
≠

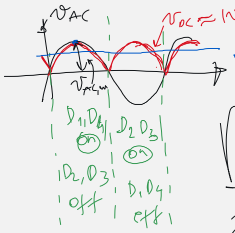
РЕГУЛАЦИОНИ ТРАНСФ.

441/461

$\frac{u_1}{\cancel{u_2}} = \frac{n_1}{\cancel{n_2}}$ $\quad \cancel{u_2} = \frac{\cancel{n_2}}{n_1} u_1$

⊛ ДИОДНИ ИСПРАВУВАЧ (Грецов спој)


$v_{AC} > 0$
$v_{AC} < 0$
v_{AC}
+
-
D_1 D_3
D_2 D_4
v_{DC}



$\bar{v}_{DC} = \frac{2}{\pi}\cdot \underbrace{v_{AC,m}}_{\text{АМПЛ. } v_{AC}}$

$\boxed{\bar{v}_{DC} = \frac{1}{T}\int_0^T v_{DC}(t)\,dt}$

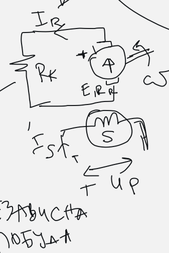
$\bar{v}_{DC} = \frac{2}{\pi}\cdot\sqrt{2}\,U_{AC}$ — еф. вр.

ЕЛ. КОЧЕЊЕ

МАШИНА → МОТ!!! → ГЕН...

„МОТОР" → ГЕНЕРАТОР!

МЈС → НЕЗАВИСНА ПОБ.


I_R
R_K
E
R_R
ω
I_s
S
U_p
НЕЗАВИСНА ПОБУДА

МЕХ. ЕНЕРГ.

⇓

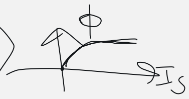
ЕЛ. ЕНЕРГ.

→ ~~БАТ.~~ АКУМ. ↑

→ I_M, R_K, T° ↑

$P_j = R_K I_M^2$

$I_s = const \Rightarrow \phi = const \quad (\phi = f(I_s))$



II КЗ

$E - R_R I_R - R_K I_R = 0$

$I_R = \frac{E}{R_R + R_K} = \frac{C_m\cdot\phi\cdot\omega_R}{R_R + R_K}$

$R_K \gg R_R$ ≈ 30 mΩ

$R_S \approx 20\,m\Omega$

441/461

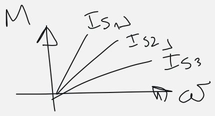
$R_K \approx 0{,}42\,\Omega$

420 mΩ

$M_K(\omega) = ?$

$M_K = C_m\cdot\phi\cdot I_R = C_m\phi\cdot\frac{C_m\phi\cdot\omega}{R_R + R_K}$

$\underset{\sim F_K}{M_K} = \frac{(C_m\phi)^2}{R_R + R_K}\cdot\underset{\sim v}{\omega}$



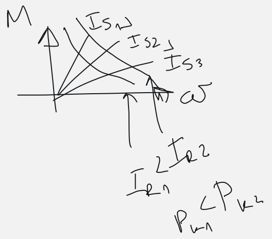
$\phi = f(I_s)$

≈ R_K

$M_k(I_R) = ?$

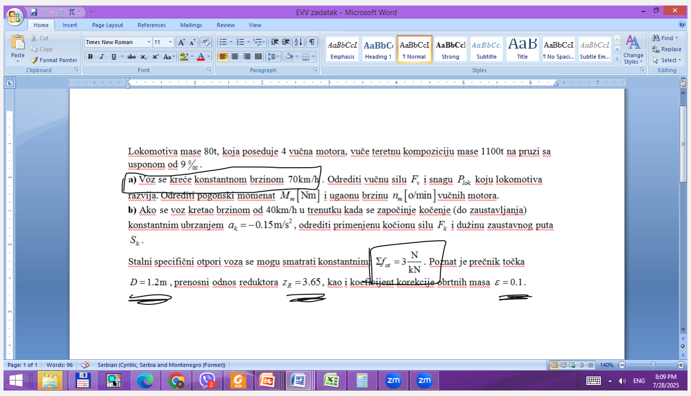
$M_k = C_m\Phi \cdot I_R = \frac{(R_R+R_K)\cdot I_R}{\omega} \cdot I_R = \frac{R_R+R_K}{\omega}\cdot I_R^2$

$I_R = \text{const} \rightarrow P_k = \text{const}$ $\left[\underbrace{M_k \cdot \omega}_{P_{meh}} = \underbrace{(R_k+R_R)\cdot I_R^2}_{P_{el}}\right]$


M
I_{S1}
I_{S2}
I_{S3}
ω

$I_{R1} < I_{R2}$

$P_{k1} < P_{k2}$


EVV zadatak - Microsoft Word
Home
Insert
Page Layout
References
Mailings
Review
View
Times New Roman
11
Emphasis
Heading 1
Normal
Strong
Subtitle
Title
No Spaci...
Subtle Em...
Change Styles
Find
Replace
Select
Clipboard
Font
Paragraph
Styles
Editing
Page: 1 of 1
Words: 96
Serbian (Cyrillic, Serbia and Montenegro (Former))
140%
ENG
8:09 PM
7/28/2025

Lokomotiva mase 80t, koja poseduje 4 vučna motora, vuče teretnu kompoziciju mase 1100t na pruzi sa usponom od 9 ‰.

a) Voz se kreće konstantnom brzinom 70km/h. Odrediti vučnu silu F_v i snagu P_{lok} koju lokomotiva razvija. Odrediti pogonski momenat M_m [Nm] i ugaonu brzinu n_m [o/min] vučnih motora.

b) Ako se voz kretao brzinom od 40km/h u trenutku kada se započinje kočenje (do zaustavljanja) konstantnim ubrzanjem $a_k = -0.15\text{m/s}^2$, odrediti primenjenu kočionu silu F_k i dužinu zaustavnog puta S_k.

Stalni specifični otpori voza se mogu smatrati konstantnim $\Sigma f_{ot} = 3\frac{\text{N}}{\text{kN}}$. Poznat je prečnik točka $D = 1.2\text{m}$, prenosni odnos reduktora $z_R = 3.65$, kao i koeficijent korekcije obrtnih masa $\varepsilon = 0.1$.

а) вуча

б) кочење (није ел.-мех.)

КОЛ. !!!

$m_a = 80t$, $m_v = 1100t$, $i = 9‰$

lok.

a) $v = 70km/h$, $F_v = ?$, $P_{lok} = ?$ $M_m[Nm] = ?$ $n_m[o/min] = ?$

$$F_v[N] = \left(\sum f_{ST}\left[\tfrac{N}{kN}\right] + \cancel{f_k\left[\tfrac{N}{kN}\right]}^{\,0} + i[‰] + \underbrace{102(1+\varepsilon)a[m/s^2]}_{v=\text{const}}\right) G_v[kN]$$

$$F_v[N] = (3 + 0 + 9 + 0)\left[\tfrac{N}{kN}\right](1180 \cdot 9{,}81)\,[kN]$$

$$F_v = 12 \cdot 11564\,[N] = 138768\,N = 138{,}8\,[kN]$$

$$M_m = F_v \cdot \underset{n_{mot}=4}{\frac{1}{4}} \cdot \frac{D}{2} \cdot \frac{1}{z_R} = \frac{138{,}8\,kN}{4} \cdot \frac{1{,}2\,m}{2\cdot 3{,}65} = \boxed{5{,}7\,kNm}$$

$$\underset{[o/min]}{n_m} = \underbrace{\underbrace{\underbrace{v[km/h]\cdot\frac{1}{3{,}6}}_{m/s}\cdot\frac{2}{D}}_{\omega_T} z_R}_{\omega_m\,[rad/s]} \cdot \frac{60}{2\pi} = \dots$$

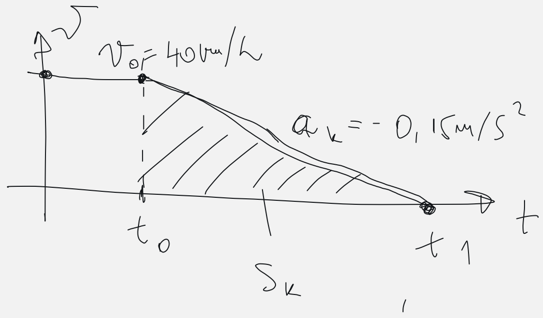
б) $$F_v[N] = \left(\sum f_{ST}\left[\tfrac{N}{kN}\right] + \underset{f_k}{0} + i[‰] + 102\cdot(1+\varepsilon)\cdot \underset{[m/s^2]}{a}\right) G_v[kN]$$

$F_k = -F_v$

$$-F_k[N] = \left(3 + 0 + 9 + 102\cdot(1+0{,}1)\cdot(-0{,}15\,m/s^2)\right)\cdot 11564\ [N]$$

$$-F_k[N] = \left(12 + \underbrace{(-16{,}83)}\right)\cdot 11564$$

$$F_k\cancel{[N]} = 4{,}83 \cdot 11564 = 55\,854\,[N] = 55{,}9\,kN$$


v
$v_0 = 40km/h$
$a_k = -0,15m/s^2$
t_0
t_1
t
S_k

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

$$\Delta t = \frac{\Delta v}{a} = \frac{-40km/h}{-0{,}15m/s}$$

$$\Delta t = \frac{40\cdot\frac{1}{3{,}6}}{0{,}15} = 74s$$

$$S_k = \frac{v_0\cdot\Delta t}{2} = \frac{40km/h\cdot\frac{1}{3{,}6}}{2}\cdot\underset{?}{\Delta t}$$

$$S_k = \frac{11{,}1}{2}\cdot 74 = 411\,m$$

→ $\Delta E_k = ?$

→ $S_k \sim$ X 100 m

X 1000 m