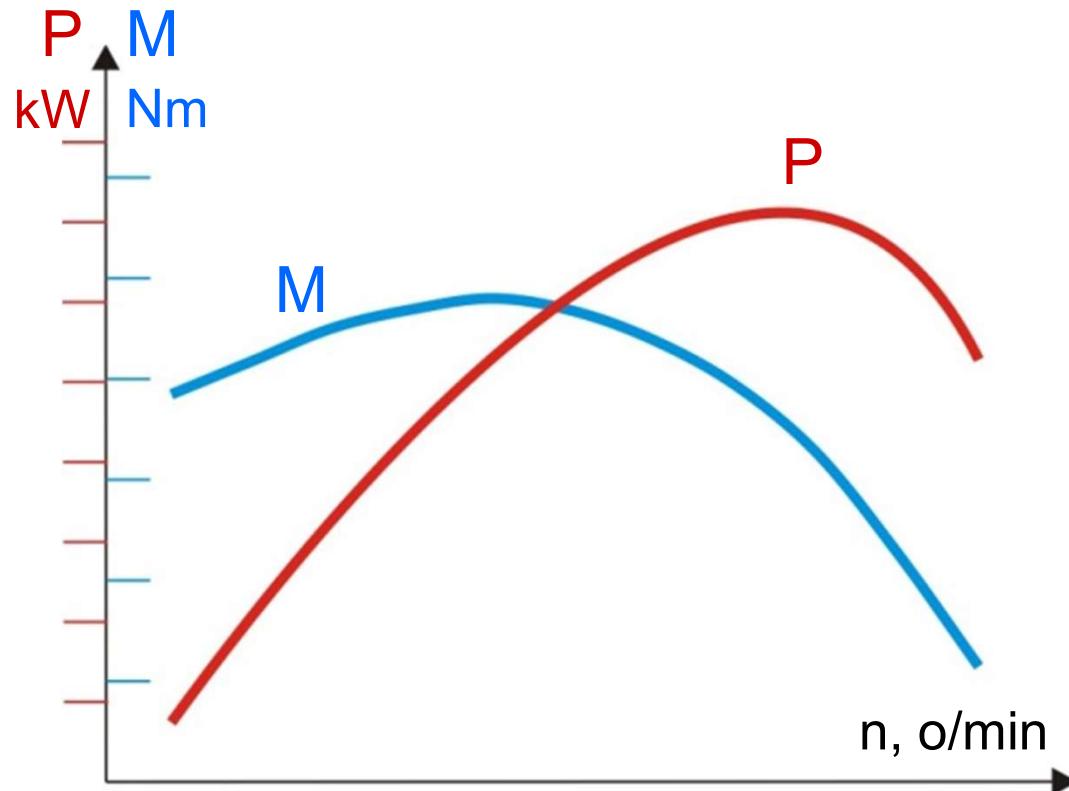


# Brzinska karakteristika motora

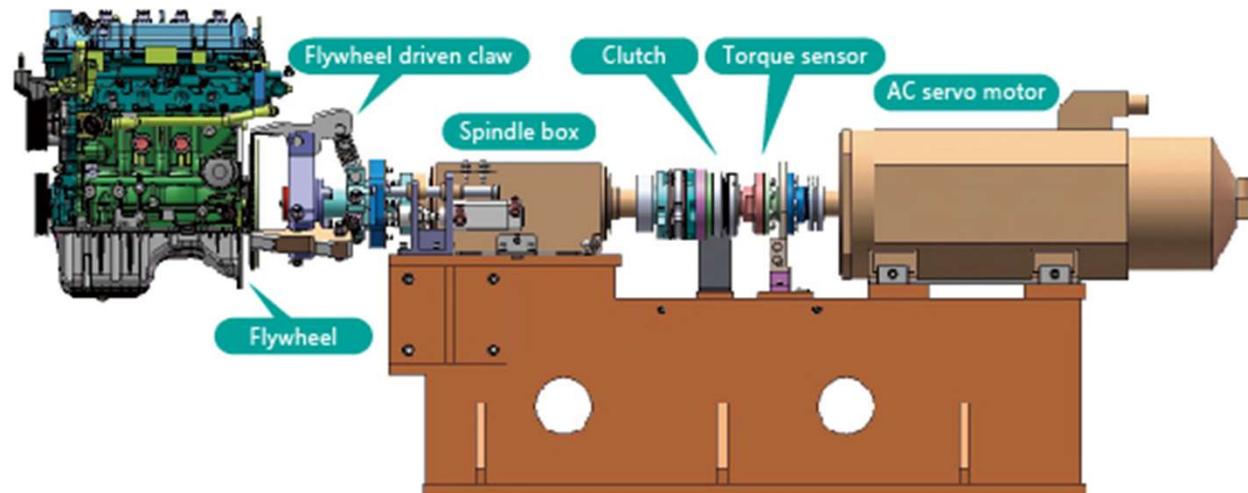
Definicija: brzinska karakteristika predstavlja zavisnost nekog parametra motora (*nas ovde interesuju uglavnom samo obrtni moment M i/ili snaga P...*) od broja obrtaja motora n, **pri konstantnom opterećenju motora** (*uprošćeno i ne do kraja korektno rečeno: pri konstantnom položaju pedale za gas*).



Napomena: krive M i P nisu nezavisne –  $P = Mn/9554!$

# Način snimanja brzinske karakteristike obrtnog momenta motora

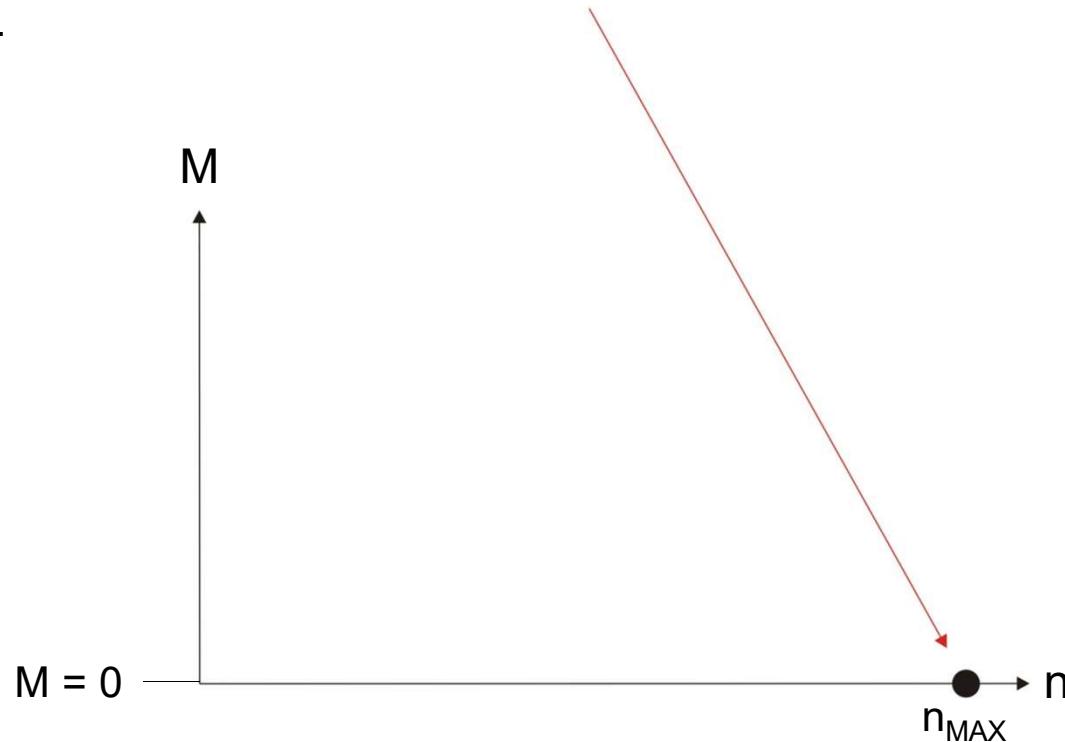
- Napomena: prikaz procesa snimanja brzinske karakteristike motora se ovde daje krajnje uprošćeno i uz izvesna odstupanja, ne u funkciji detaljnog izučavanja samog procesa već radi produbljivanja razumevanja načina na koji se brzinska karakteristika koristi za određivanje vučno-dinamičkih performansi vozila.
- Snimanje se vrši pomoću odgovarajućeg laboratorijskog postrojenja – probnog stola za ispitivanje motora sa mogućnošću merenja obrtnog momenta, broja obrtaja itd.
- Motor se spreže sa motorskom kočnicom, uređajem koji može da optereti motor zadatom vrednošću obrtnog momenta



Izvor: [www.w-ibeda.com](http://www.w-ibeda.com)

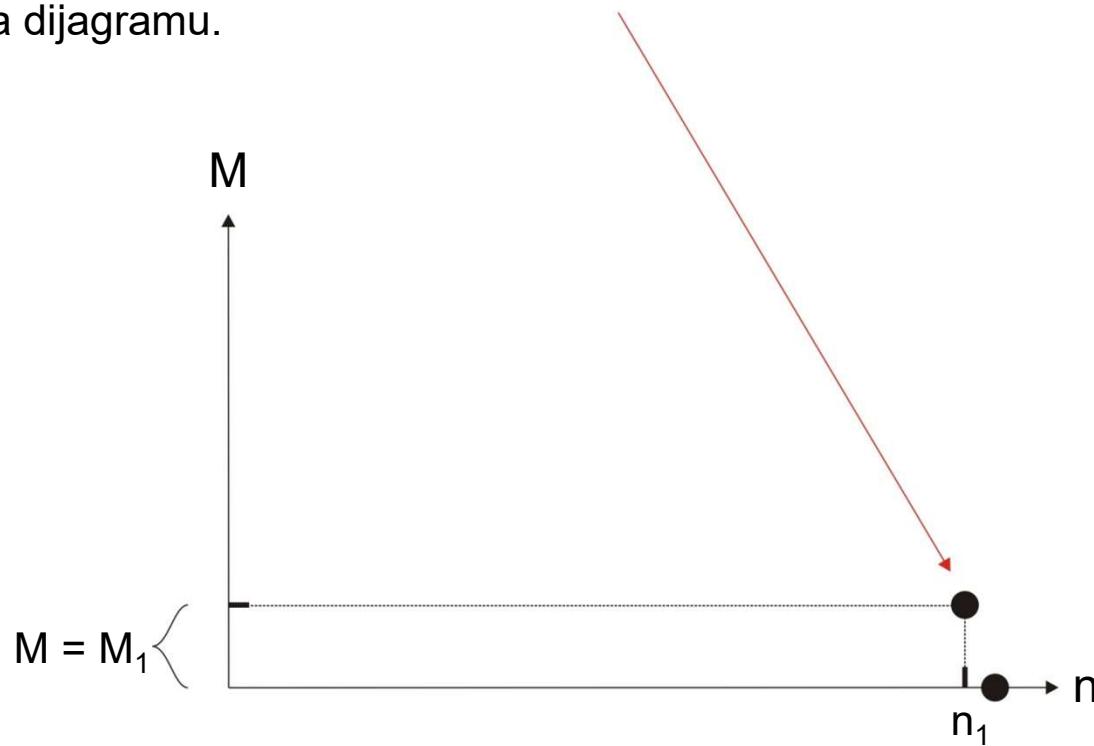
# Način snimanja brzinske karakteristike obrtnog momenta motora

- Motor se podesi na režim konstantnog opterećenja; pri snimanju najvažnije, tzv, spoljne karakteristike, opterećenje iznosi 100% ("pun gas").
- Kada kočnica ne optereće motor, tada je i izlazni moment motora takođe 0 (Treći Njutnov zakon!), a broj obrtaja maksimalan (*kao kada se pritisne "gas do daske" sa menjačem u neutralnom položaju*); na dijagramu je prikazan položaj radne tačke motora za ovaj slučaj.



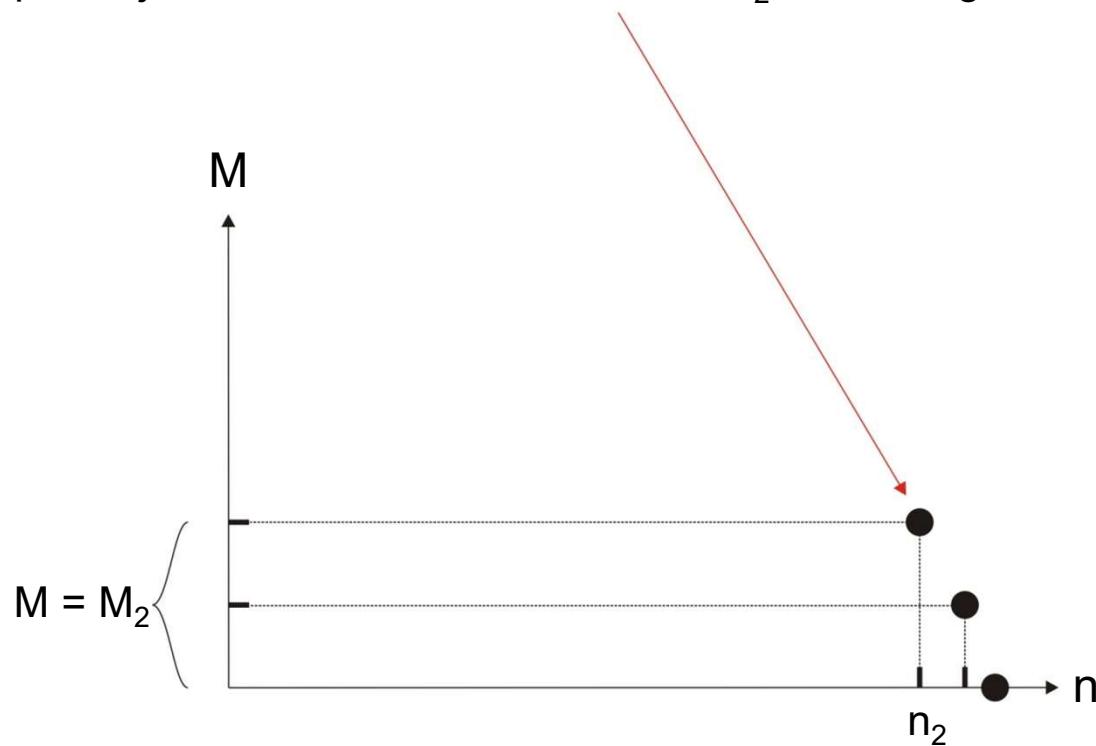
# Način snimanja brzinske karakteristike obrtnog momenta motora

- Zatim se malo poveća moment kojim kočnica optereće motor, na neku vrednost  $M_1$ . Prema 3. Njutnovom z., motor mora proizvesti isti ovaj moment. Pri tome broj obrtaja malo padne zbog opterećenja, na neku vrednost  $n_1$ . Nova radna tačka motora je prikazana na dijagramu.



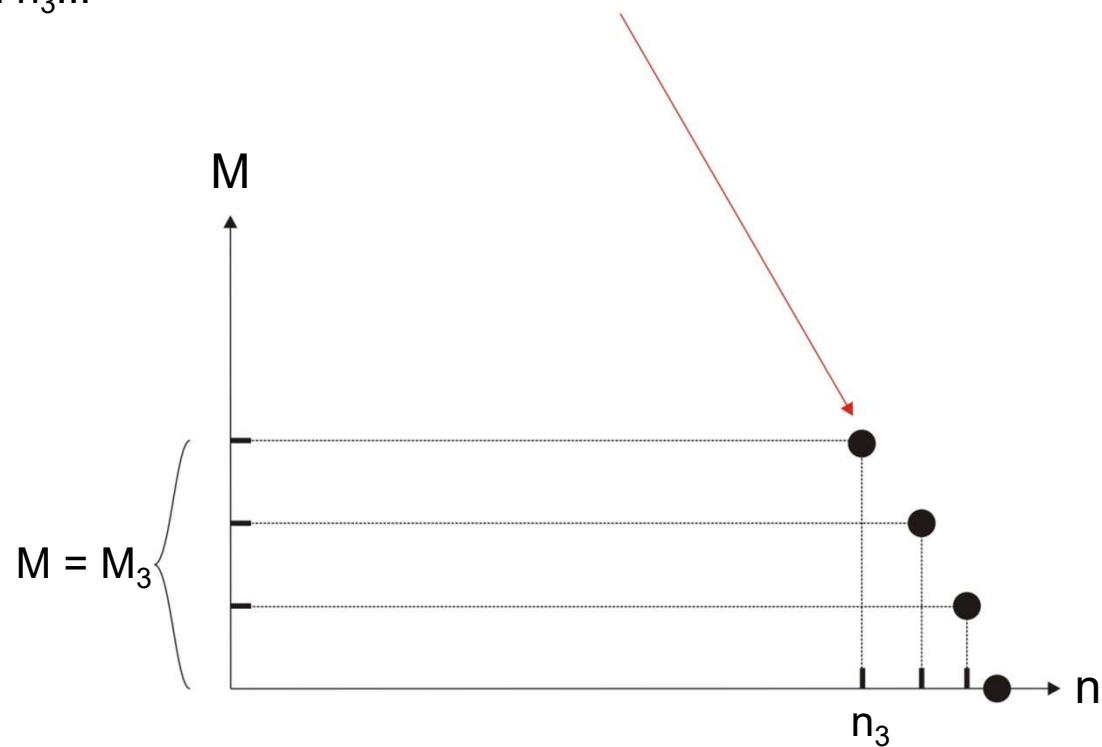
# Način snimanja brzinske karakteristike obrtnog momenta motora

- Postupak se ponavlja sa nekim novim momentom  $M_2$ , kome odgovara broj obrtaja  $n_2$ ...



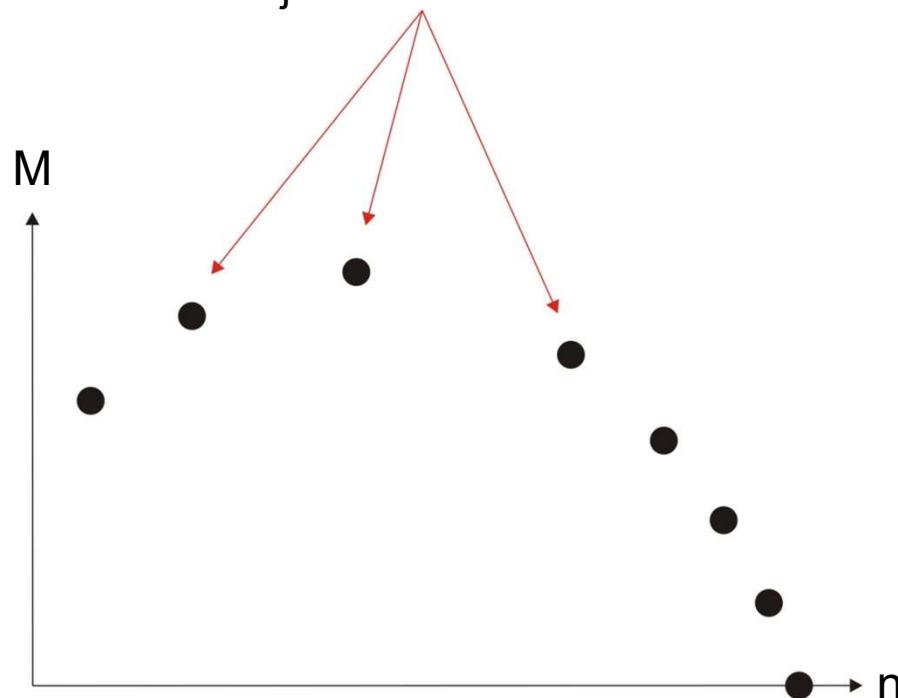
# Način snimanja brzinske karakteristike obrtnog momenta motora

- ... zatim  $M_3$  i  $n_3$ ...



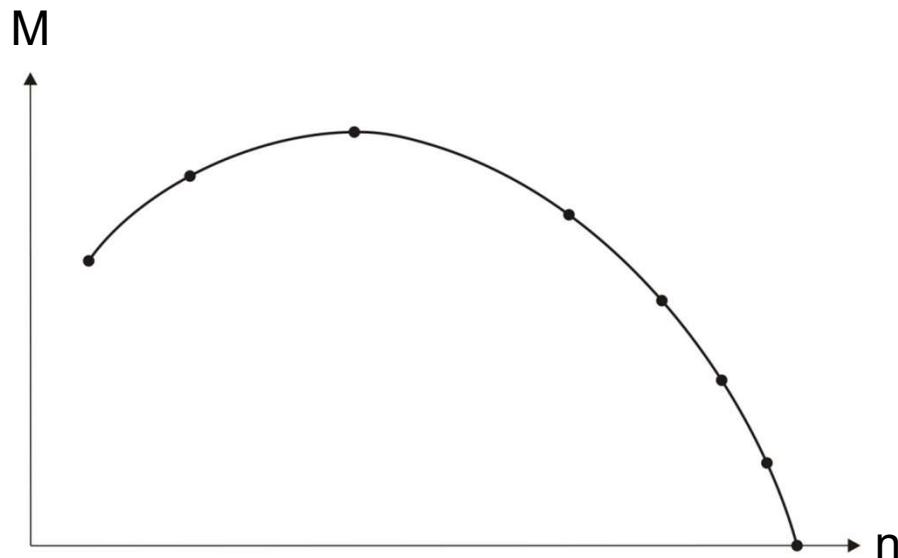
# Način snimanja brzinske karakteristike obrtnog momenta motora

- ... i tako redom, za jedan određen broj radnih tačaka ...



# Način snimanja brzinske karakteristike obrtnog momenta motora

- ... koje, spojene, daju krivu brzinske karakteristike obrtnog momenta motora.



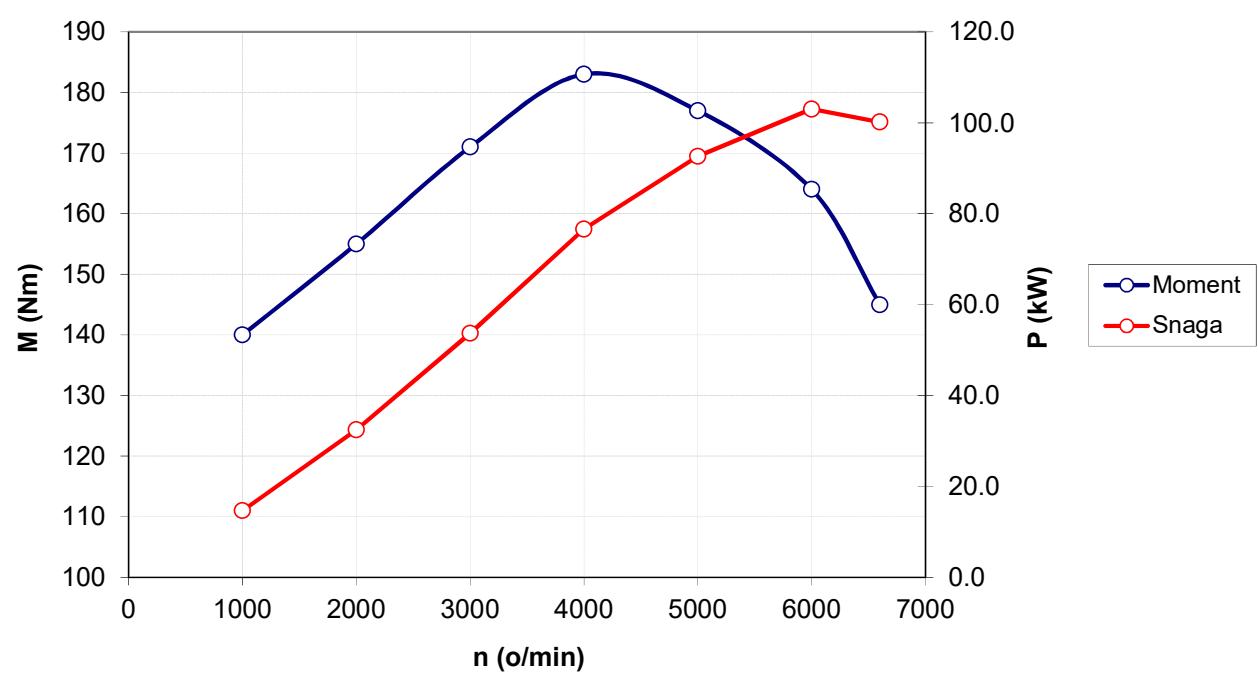
# Brzinska karakteristika obrtnog momenta i snage motora

Na osnovu brzinske karakteristike obrtnog momenta određene na prethodno opisan način, za svaku vrednost broja obrtaja n snaga se izračunava iz relacije  $P = M \cdot n / 9554$ , i tako se dobija brzinska karakteristika snage motora.

**Primer:**

n (o/min)	1000	2000	3000	4000	5000	6000	6600
M (Nm)	140	155	171	183	177	164	145
P (kW)	14.7	32.4	53.7	76.6	92.6	103.0	100.2

$$\rightarrow P = M \cdot n / 9554 \text{ (kW)}$$

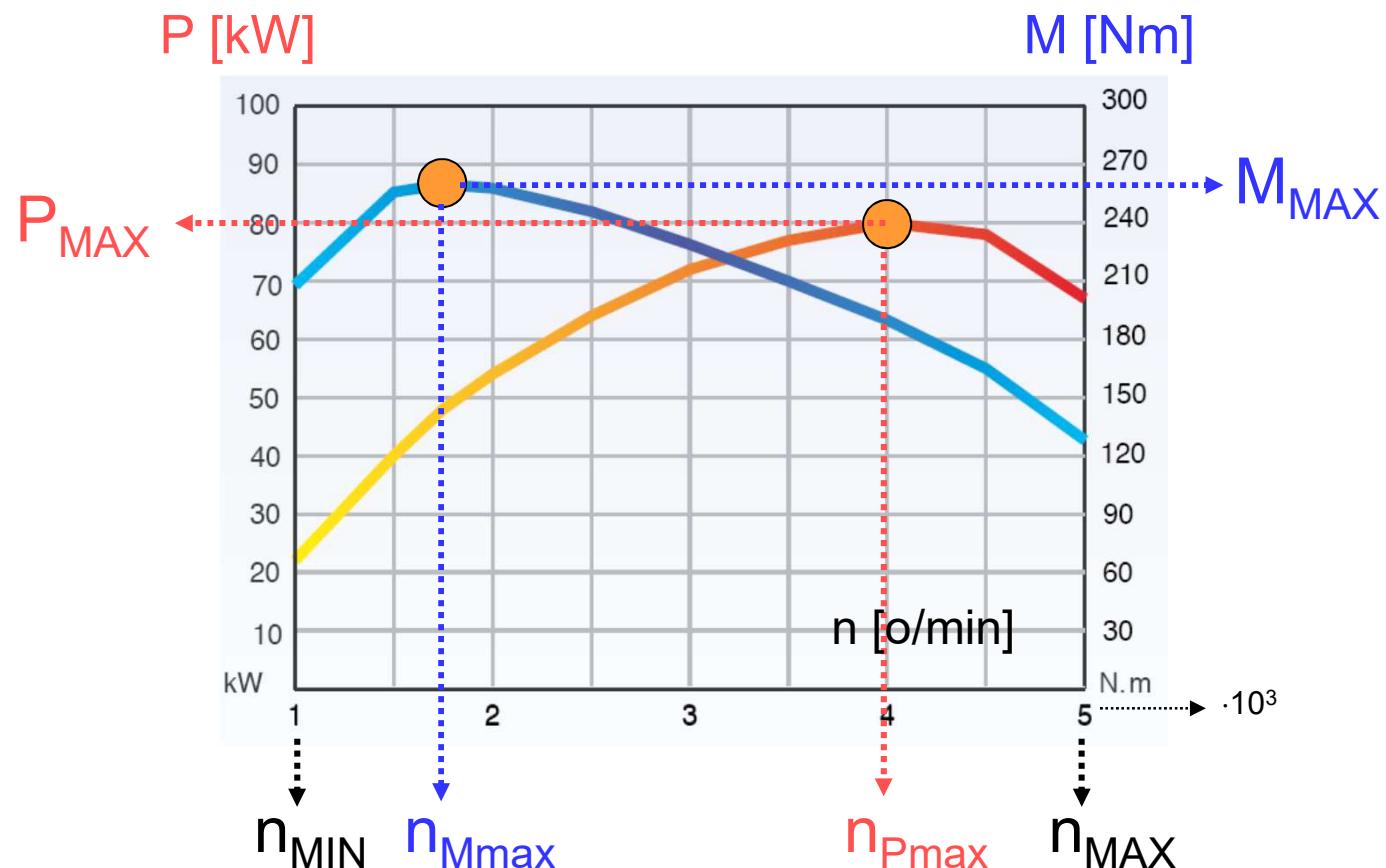


# Brzinska karakteristika obrtnog momenta i snage motora

Neke karakteristične vrednosti brzinske karakteristike motora od značaja za vučno – dinamičke performanse vozila: (Prikaz: Sledeći slajd)

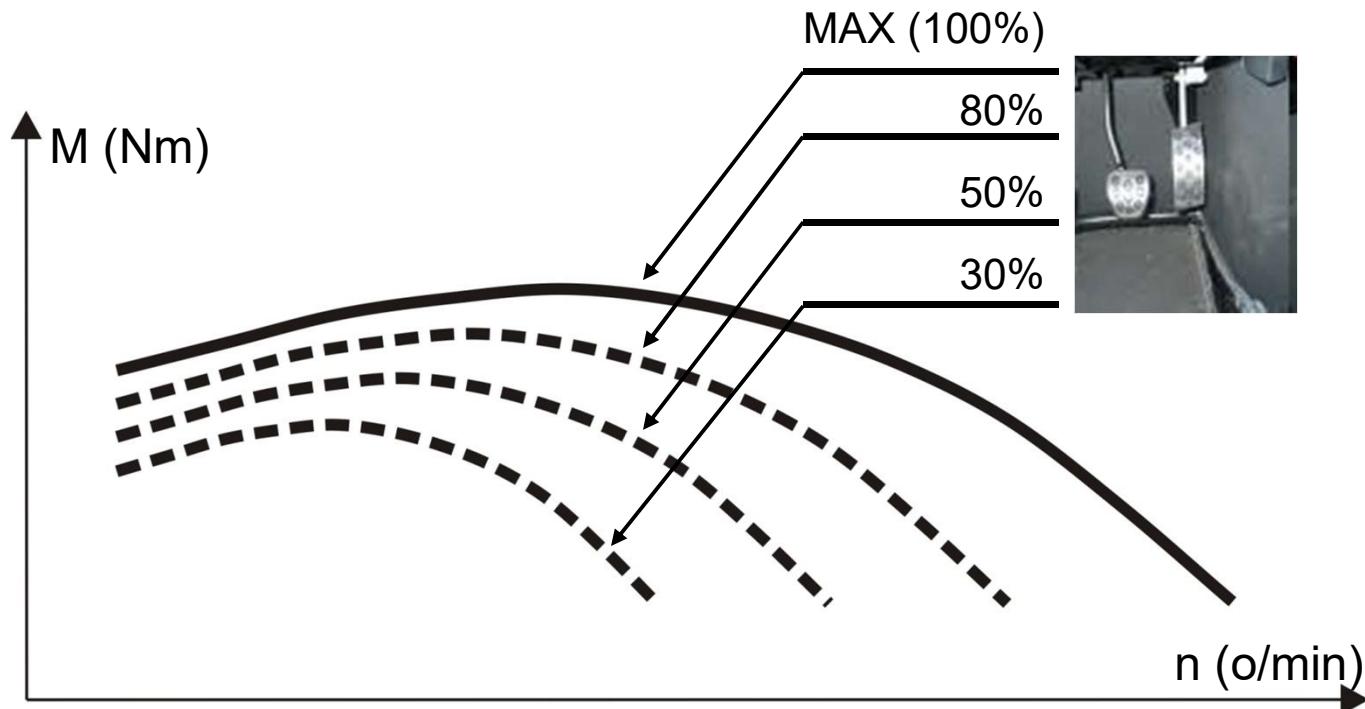
- minimalni broj obrtaja motora  $n_{MIN}$
- broj obrtaja motora pri maks. obrtnom momentu  $n_{Mmax}$
- maksimalni obrtni moment  $M_{MAX}$
- broj obrtaja motora pri maksimalnoj snazi  $n_{Pmax}$
- maksimalna snaga  $P_{MAX}$
- maksimalni broj obrtaja motora  $n_{MAX}$

# Brzinska karakteristika obrtnog momenta i snage motora



# Spoljna vs. parcijalne brzinske karakteristike

- Pored spoljne brzinske karakteristike, koja se odnosi na puno opterećenje (100%), mogu se odrediti i karakteristike na nekom manjem opterećenju (<100%)
- Npr. 15%, 30%, 50%, 80%...
- Položaj organa za regulaciju opterećenja motora ("gas") mora prilikom snimanja biti u konstantnom položaju.



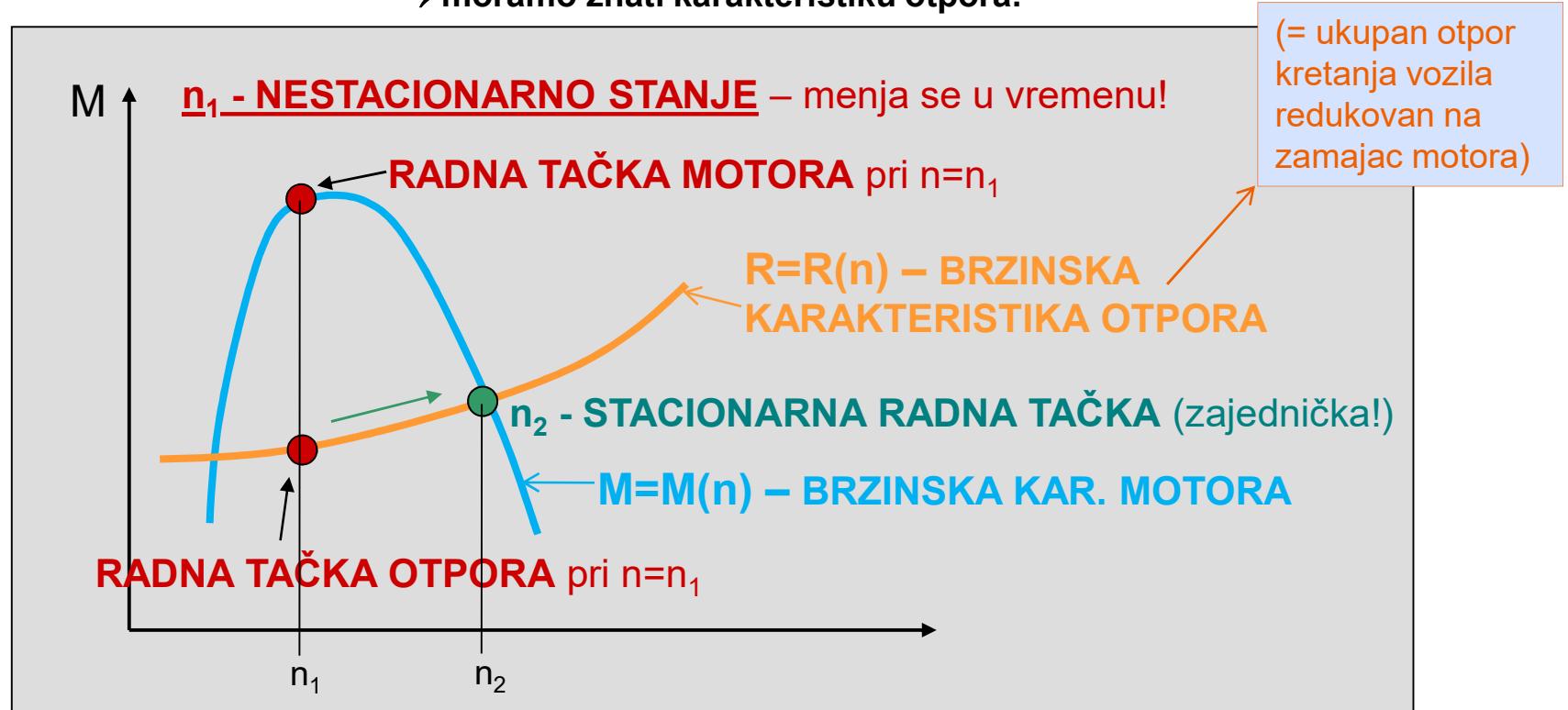
# Određivanje radnog režima motora

**RADNI REŽIM MOTORA** = trenutna vrednost broja obrtaja (n) i momenta (M) odnosno snage (P)

Motor nema jednu vrednost za brzinu i snagu, nego se one mogu menjati u nekom intervalu!

Šta određuje trenutnu snagu tj. moment i broj obrtaja motora?

→ moramo znati karakteristiku otpora!

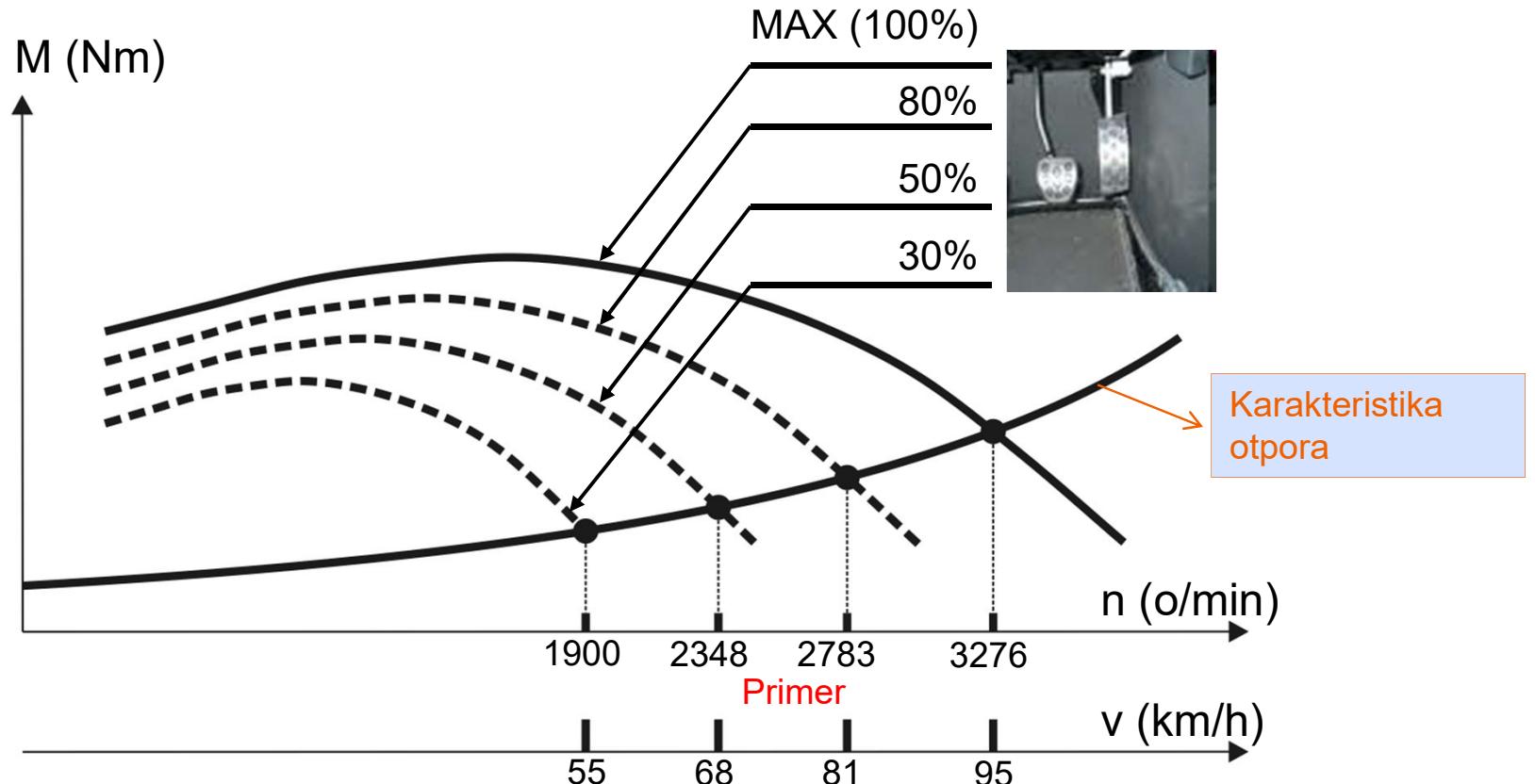


$n_1 \rightarrow$  pogonski moment veći od momenta otpora, motor ubrzava (2. Njutnov zakon!)

$n_2 \rightarrow$  momenti izjednačeni, statička ravnoteža momenata motora i otpora, nema ubrzavanja, br. obrtaja konstantan

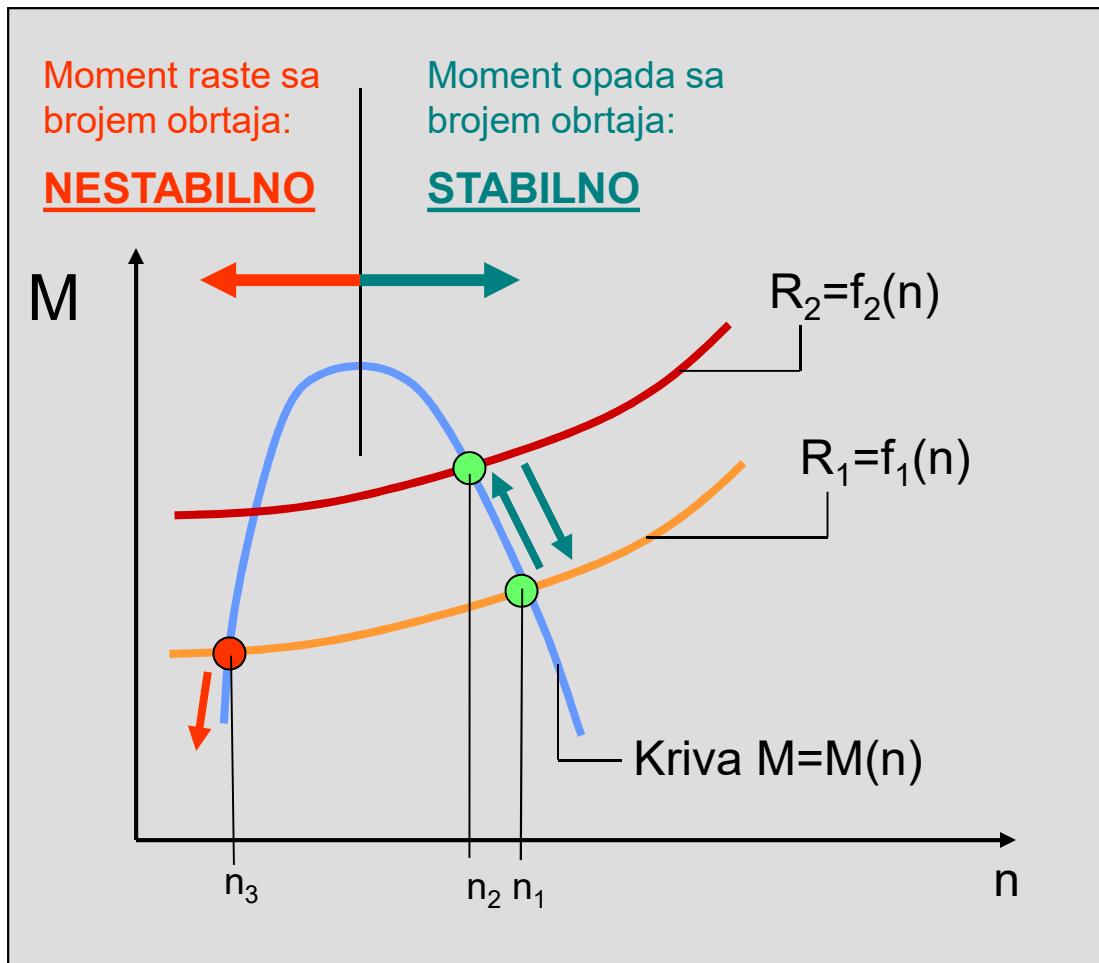
# Princip regulacije brzine vožnje

Princip regulacije brzine pomoću pedale za gas zasniva se na tome da vozač zapravo odabira odgovarajuću parcijanu karakteristiku koja daje željenu brzinu kretanja (brzina kretanja i broj obrtaja motora su linearno proporcionalni → detaljnije u nastavku).



# Stabilnost radnog režima

☞ Objašnjenje na sledećem slajdu



$$(\omega = \pi \cdot n / 30)$$



# Stabilnost radnog režima

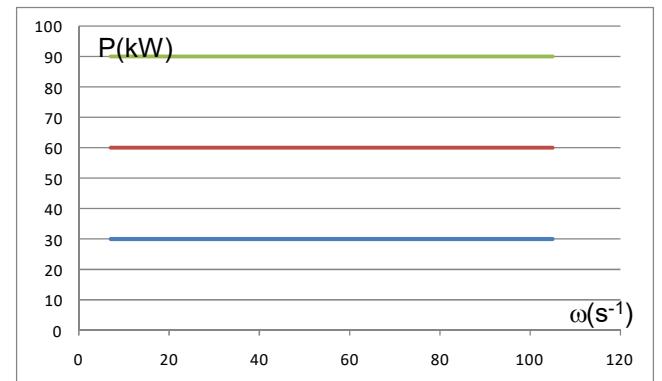
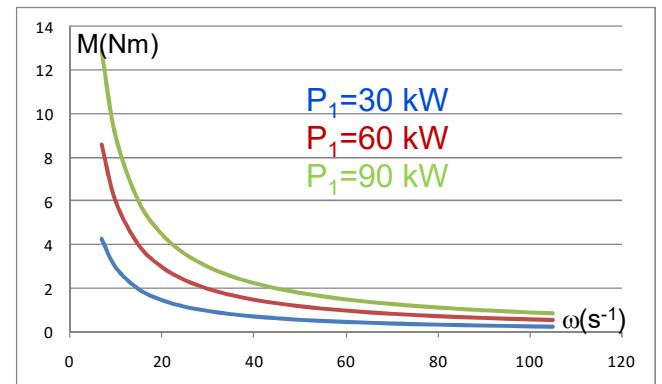
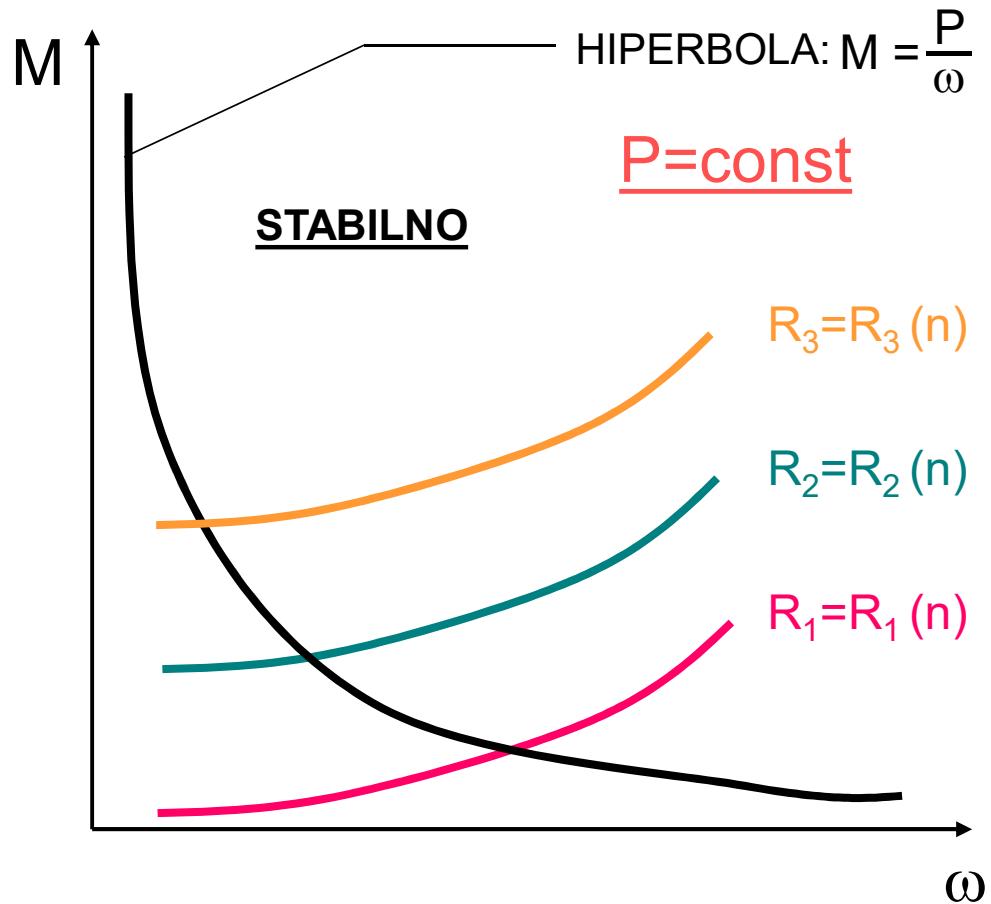
- Posmatra se rad motora pri broju obrtaja  $n_1$ , sa krivom otpora  $R_1$ .
  - Pretpostavimo da se otpor povećao sa  $R_1$  na  $R_2$  (uzbrdica, pojačani vетар);
  - U prvom trenutku motor i dalje radi sa brojem obrtaja  $n_1$ ; Pošto je za tu tačku moment otpora veći od momenta motora, motor usporava
  - **Sa padom broja obrtaja moment motora raste**; pri dostizanju broja obrtaja  $n_2$ , momenti se ponovo izjednačavaju i motor na tom broju obrtaja nastavlja da radi stacionarano;
  - Ukoliko otpor ponovo opadne na prvobitnu karakteristiku  $R_1$ , moment motora postaje veći od momenta otpora, pa motor ponovo ubrzava do prvobitnog radnog režima tj. broja obrtaja  $n_1$  i nastavlja da ponovo radi stacionarno.
  - Ovakav režim rada je **STABILAN**.
- Posmatra se rad motora pri broju obrtaja  $n_3$ , takođe sa krivom otpora  $R_1$ .

- Ukoliko se otpor sada ponovo poveća sa  $R_1$  na  $R_2$ , po prethodno opisanom principu motor usporava;
- Međutim, sada se **sa smanjenjem broja obrtaja smanjuje i moment**, pa dalje usporava i na kraju se potpuno se zaustavlja ("guši")
- Ovaj režim rada je **NESTABILAN**.

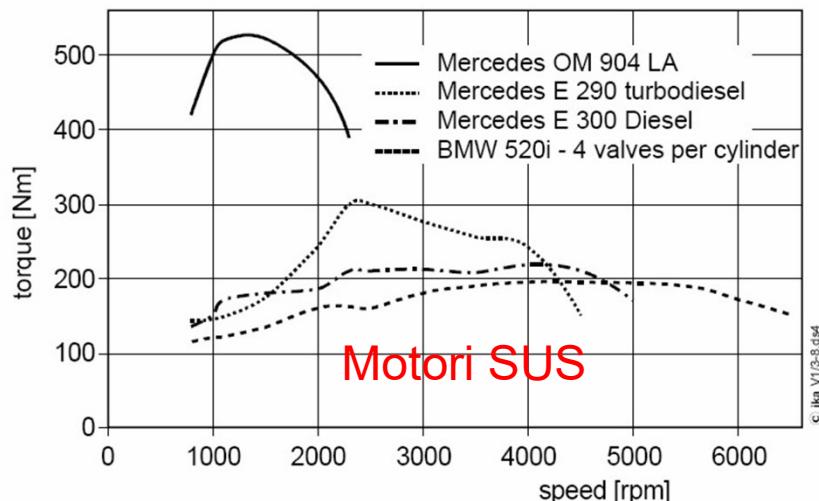
# Idealna pogonska karakteristika - hiperbola

- (Prikaz: Sledeci slajd)
- Kriva obrtnog momenta u obliku hiperbole podrazumeva krivu snage u obliku horizontalne prave linije  $\Rightarrow$  raspoloživa snaga takvog motora bi bila dostupna na bilo kom broju obrtaja  $\Rightarrow$  bolje ekonomsko iskorišćenje resursa
- Rad motora sa takvom pogonskom krivom je uvek stabilan, pri bilo kojoj promeni opterećenja motor bi se prilagodio i zauzeo stabilan radni režim
- Zbog  $M \rightarrow \infty$  kad  $n \rightarrow 0$  i obrnuto, takav motor nije moguće realizovati ali karakteristike nekih motora se u nekom rangu brojeva obrtaja mogu manje ili više približiti ovoj idealnoj karakteristici.

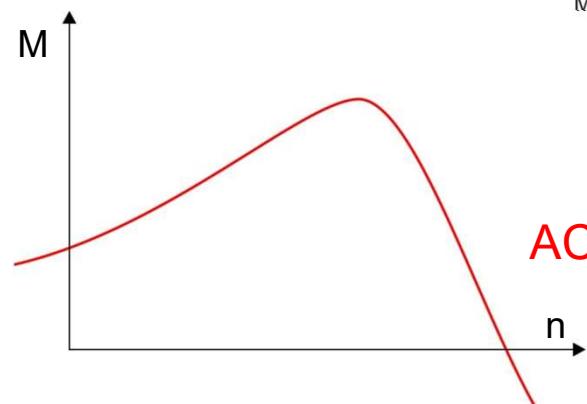
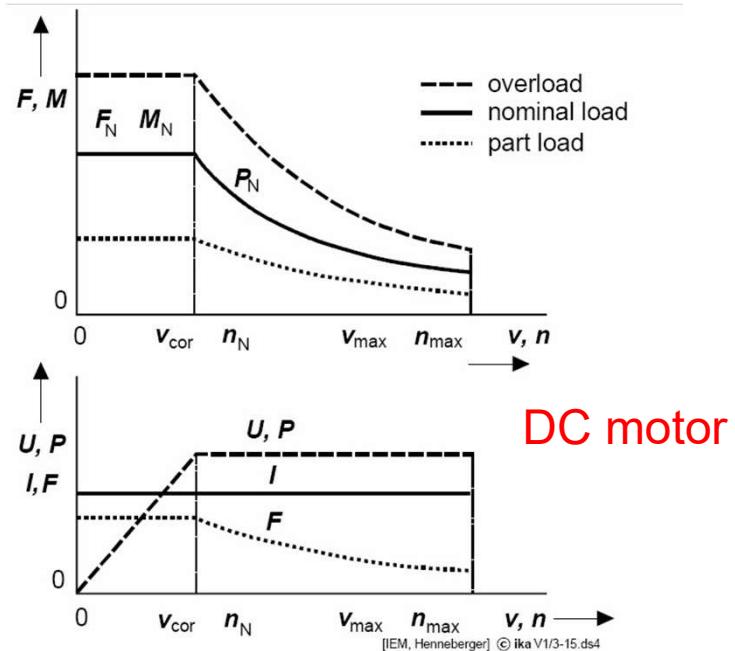
# Idealna pogonska karakteristika - hiperbola



# Primeri tipičnih brzinskih karakteristika nekih motora



Izvor: Wallentowitz Lngsd. 2004



AC motor - asinhroni