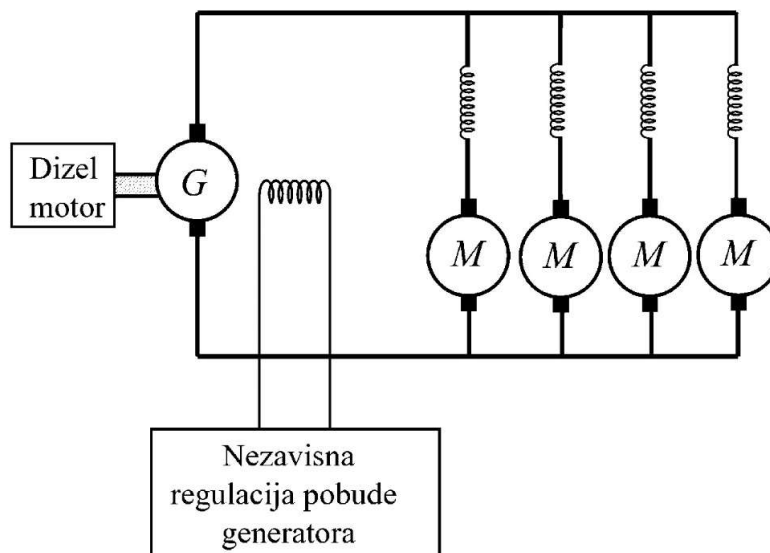


## 1.15 Dizel električna vozila

Osnovni problem vezan za primenu dizel motora u vučnim aplikacijama potiče od nemogućnosti dobijanja vučne karakteristike koja sadrži deo sa konstantnim momentom do dostizanja bazne brzine i deo sa konstantnom snagom u delu od bazne brzine do maksimalne brzine. Prirodna karakteristika Dizel motor sam po sebi ne zadovoljava ove potrebe. Dijagram  $M(\Omega)$  je u stvari kruta, jer okretni moment malo varira, kao i brzina rotacije. Dalje, motor se ne može pokrenuti pod opterećenjem, motor dozvoljava minimalna preopterećenja i ne može promeniti smer obrtanja. Dizel-električna vuča koristi se u saobraćaju tamo gde to uslovi dozvoljavaju i gde je to neophodno. Više činilaca utiču na to da se odabere ovaj vid transporta. Poznato je da se na lokalnim linijama ne isplati raditi elektrifikaciju. U takvim slučajevima se koriste dizel lokomotive i obično su to pruge velike dužine ali malog saobraćaja. Dizel lokomotiva je autonomna, tj. nosi svoj rezervoar energije, odnosno nije potrebna kontaktna mreža niti elektrovučne podstanice. Dizel-električne lokomotive se mnogo koriste u Severnoj Americi gde je nafta jeftina i slab saobraćaj. Ove lokomotive koriste se u manevarskoj službi na ranžirnim stanicama, a i kao površinske lokomotive u rudnicima. Sa druge strane, troškovi održavanja dizel-električnih lokomotiva su veći od troškova održavanja električnih lokomotiva, čiji je vek trajanja (30 do 40 godina) dva puta duži od veka trajanja dizel lokomotiva. Snaga dizel-električne lokomotive je približno dva puta manja od snage električne lokomotive pri istoj težini. Na slici (96) vidimo šematski prikaz dizel motora, koji pokreće generator jednosmerne struje sa nezavisnom regulacijom pobude. Ovaj generator napaja vučne motore, koji pokreću osovine.



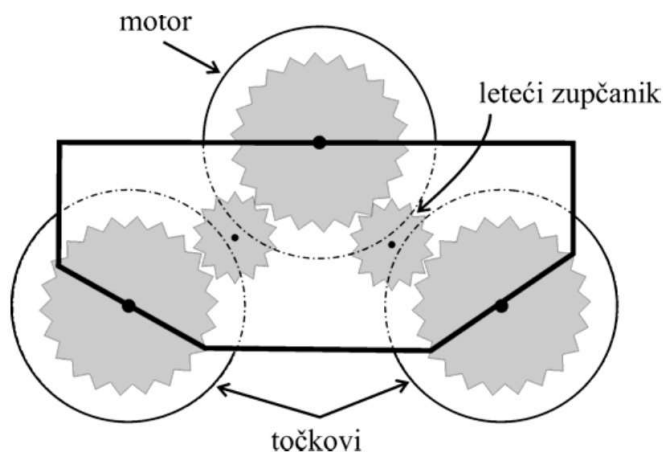
Slika 96: Principijska šema dizelelektrične lokomotive sa jednosmernim generatorom u svojstvu prenosnika snage i jednosmernim vučnim motorima

Postoji tendencija da motori budu istog tipa, kao i na električnoj lokomotivi zbog potrebe održavanja, pa postoje identična obrtna postolja:

- monomotorno

- dvomotorno

Obrtno postolje objedinjuje dve pogonske osovine i motor. Ako jedan motor pogoni dve osovine, kao na narednoj slici, onda je to monomotorno obrtno postolje, a ako dva motora pogone dve osovine onda je to dvomotorno obrtno postolje. Monomotorno (97se više koristi zbog boljeg iskorišćenja adhezije).



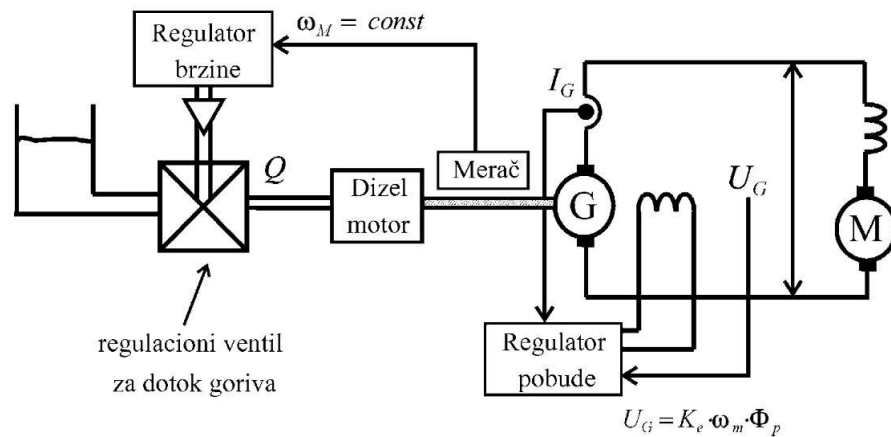
Slika 97: Monomotorno obrtno postolje

Dizel motor je motor sa unutrašnjim sagorevanjem. Momenat koji on razvija zavisi od rada proizvedenog u svakom cilindru. Rad svakog cilindra je konstantan. Motor ima praktično konstantan momenat, njegova promena je u zavisnosti od brzine obrtanja vrlo mala. Snaga motora je proporcionalna brzini. Snaga se povećava povećanjem brzine. Brzina motora je ograničena mehaničkom otpornošću delova i zagrevanjem. Počevši od neke određene brzine, voda za hlađenje ne može da evakuiše toplotu sa zidova cilindra. Ta brzina je granična brzina i ona određuje maksimalnu snagu ili tzv. punu snagu dizel motora.

Poznato je da momenat motora za vuču mora pri polasku da bude 1,5 do 2 puta veći od nominalnog momenta. Nakon završetka ubrzanja, gubi se potreba za ovako velikim momentom. Njegova vrednost se svodi na vrednost potrebnu za savlađivanje stalnih otpora vuče, tj. za održavanje putne brzine. Zbog ovih razloga sam dizel motor ne odgovara zahtevima vuče. Za poboljšanje mehaničkog prenosa između motora i motorne osovine koristi se menjač, koji omogućuje više stepena prenosa, ali ni ovaj način u potpunosti ne zadovoljava sve potrebe. Samo kvačilo (frikciona spojnica) troši 10 do 20% snage pri polasku, što, naravno, nije praktično (npr. pri potrošnji od 2MW na kvačilo ide najmanje 200kW, što je mnogo). Pokazalo se da je najbolje rešenje električni prenosnik snage što je glavno obeležje u dizel-električne vuče. Pored više prednosti ovog rešenja u pogledu montaže, održavanja i praktičnog izvođenja, dizelektrični prenos omogućava kontinualnu regulaciju vučne sile na obodima točkova uzavisnosti od brzine, tako da se skoro uvek koristi puna snaga dizel-motora. Kod klasičnih dizel lokomotiva

rekuperativno kočenje nije moguće. Povećanje snage lokomotive postiže se povećanjem napona glavnog generatora. Pobudna struja generatora i brzina obrtanja dizel motora su

dve upravljačke varijable koje mogu da upravljaju naponom. Da bi dizel motor, kao motor sa unutrašnjim sagorevanjem, bio optimalno iskorišćen, treba da radi pri nominalnim brzinama, jer pri malim brzinama ima problema sa podmazivanjem i sagorevanjem. Dok pri većim brzinama postoji problem sa hlađenjem. Regulator pobude mora biti takav da eliminiše preopterećenje zbog problema hlađenja zidova cilindara. Šematski prikaz sistema za regulaciju dat je na slici (98):



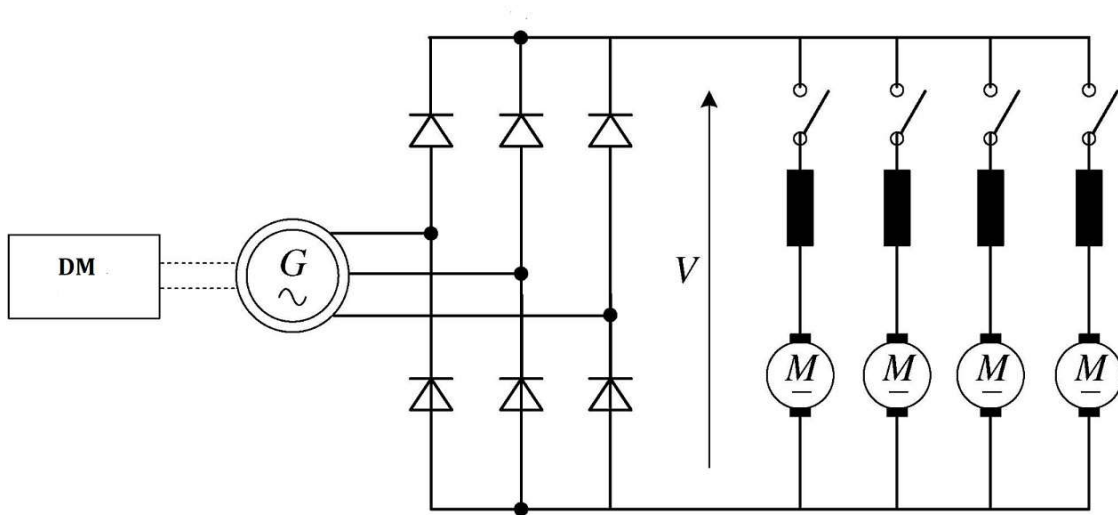
Slika 98: Principi regulacije grupe dizel motor -generator jednosmerne struje

Regulatorom brzine dizel motora reguliše se količina goriva dizel motora. Njegova uloga je da onemogući svako povećanje brzine pri smanjenju snage na obodu točkova lokomotive, odnosno da smanji brzinu u slučaju povećanja snage. Regulator pobudne struje generatora, koji je prikazan na narednoj slici, ostvaruje sledeću akciju:

$$I_p \uparrow \implies \Phi_p \uparrow \implies U_G \uparrow \implies U_M \uparrow \implies I_M \uparrow \implies M_M \uparrow \implies F_v$$

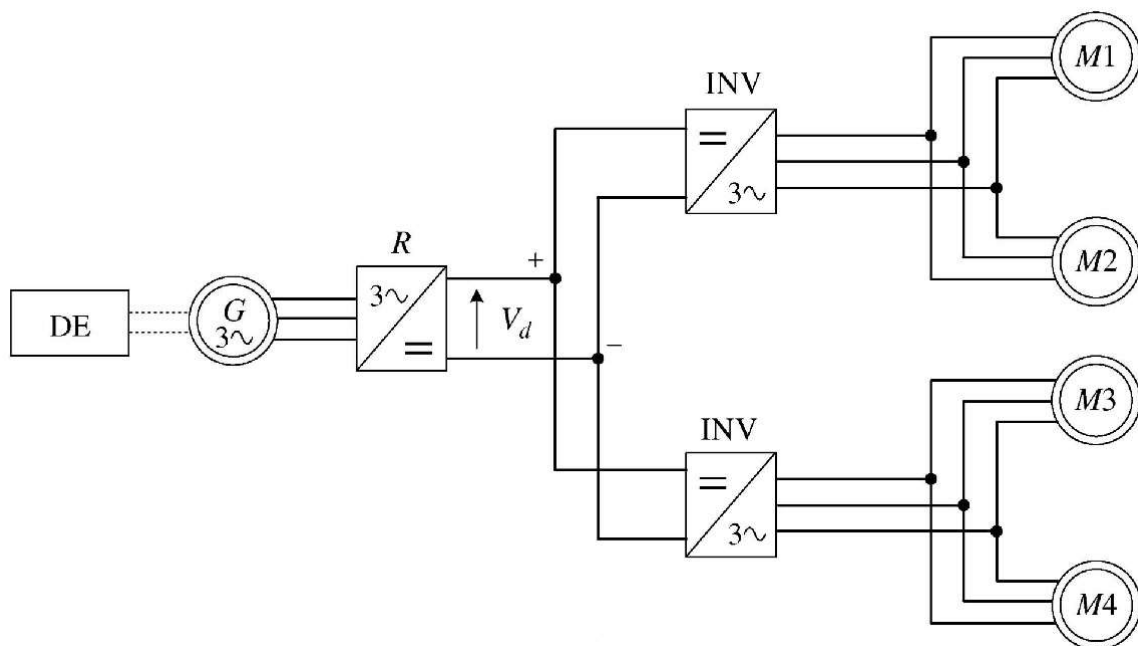
Pored generatora, na osovini dizel motora priključen je i trofazni alternator (snage 120 do 150kW) i njegov zadatak je napajanje pomoćnih uređaja u lokomotivi i vagonima. Za mašine, u našem slučaju za generatore, jednosmerne struje postoji jedno konstruktivno ograničenje. Glavni problem ovih mašina je komutacija koja je zadovoljavajuća ako napon između lamela ne prelaze određene granice. Kada se ove granice dostignu, povećanje snage se može postići jedino povećanjem prenika mašine. Granična snaga je proporcionalna prečniku, i vodeći računa o maksimalno dozvoljenoj perifernoj brzini obrnuto je proporcionalna brzini rotacije. Znači, postoji granica proizvoda snage i brzine koja se naziva faktor  $Pn$ . On je praktično reda  $Pn = 1000MW \frac{ob}{min}$ . Ovo znači da za snagu generatora od 1MW maksimalno dozvoljena brzina je  $1000 \frac{ob}{min}$ . Veličina mašine je proporcionalna momentu. Niskobrzinska mašina ima veći momenat pa je i veća po dimenzijama i masi, što može da bude problematično, i njeno korišćenje kao rešenje za povećanje snage lokomotive teško zadovoljava. Tu bi postojao npr. sledeći slučaj:  $n_{DM} = 3000 \frac{ob}{min}$  dizel motora ide na reduktor i dalje se redukuje na  $300 \frac{ob}{min}$  što predstavlja brzinu obrtanja osovine generatora. Prisutan je veliki stepen redukcije i sve je jako komplikovano za tehnički izvodljivo i pouzdano rešenje. Kod savremenih dizel električnih

lokomotiva tendencija je da se koriste alternatori (sinhroni generatori) sa transformacijom na lokomotivi naizmenične struje u jednosmernu. Korišćenjem alternatora pravi se ušteda u pogledu mase i cene, jer je cena po 1kg mase alternatora niža od odgovarajuće cene generatora jednosmerne struje. Alternatori nemaju  $P_n$  ograničenje. Izlaz alternatora je vezan za trofazni šestopulsni ispravljač. Principijska šema dizel električne lokomotive sa alternatorom i trofaznim ispravljačem je data na slici (99)

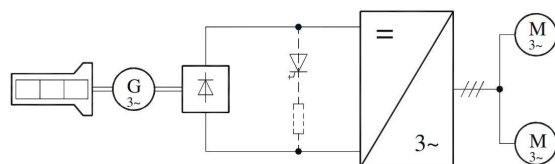


Slika 99: Principijska šema dizel električne lokomotive sa trofaznim alternatorom i jednosmernim vučnim motorima

Savremene dizel električne lokomotive koriste asinhronu vučne motore. Dizel motor radi kao agregat koji pokreće trofazni generator na čijem izlazu je priključen ispravljač. Jednosmerno među kolo predstavlja ulaze za invertore vučnih motora obrtnih postolja. Blok šema ovakve lokomotive je prikazana na sledećoj slici (100)



Slika 100: Dizielektrična lokomotiva sa asinhronim vučnim motorima



Slika 101: Uprošćena šema pogonskog sistema

Napomenimo da u jednosmernom među kolu se može ugraditi oprema za električno kočenje a u slučaju da je u sastavu te opreme baterija litijum jonskih akumulatora ili super kondenzatora koji služe kao energetske rezervoari može se realizovati rekuperativno kočenje koje je principski slično kočenju kod hibridnih ili električnih automobila i autobusa.