

POGLAVJE 8 – Zgradba in delovanje traktorjev

How tractors work: <https://www.youtube.com/watch?v=SyjJSED0gDw>

<https://www.youtube.com/watch?v=fbGe8S2NeH0>

Uvod v traktorje

1.1 Kaj je traktor in kakšna je njegova vloga v kmetijstvu?

Traktor je osnovni in nepogrešljiv stroj v sodobnem kmetijstvu. Njegova glavna funkcija je **zagotavljanje vlečne in pogonske moči** za različne kmetijske naloge, kot so **oranje, sejanje, škropljenje, košnja ter prevoz materiala**. Traktorji omogočajo priključitev širokega spektra priključnih strojev, kar bistveno povečuje produktivnost kmetijskega dela.

Poleg osnovnih kmetijskih opravil se traktorji uporabljajo tudi v **gozdarstvu, komunali, gradbeništvu** in celo pri specializiranih nalogah, kot so **vinogradništvo in sadjarstvo**. Njihova vsestranskost jih dela eno najpomembnejših orodij v sodobni mehanizirani pridelavi hrane.

What do tractors do?: <https://www.youtube.com/watch?v=HYNvD1o3t9w>

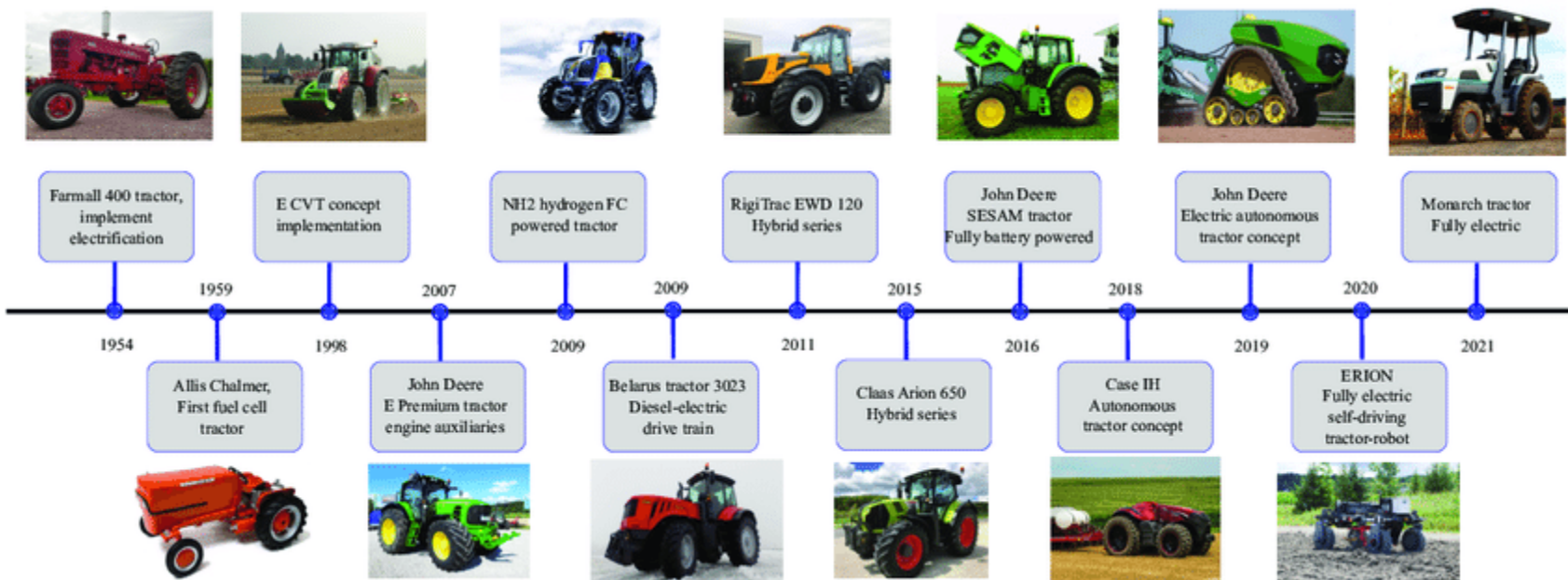


Kratek zgodovinski pregled razvoja traktorjev

<https://www.youtube.com/watch?v=sqK8Q2Y5ZvM>

<https://www.youtube.com/watch?v=xb6mU8KuUEw>

- Prvi traktorji so se pojavili konec 19. stoletja kot alternativa vlečnim živalim.
- Sprva so bili opremljeni s parnimi stroji, ki so bili veliki, težki in nepraktični za vsakdanjo uporabo.
- Prvi bencinski traktor je bil razvit leta 1892, vendar so prave spremembe prišle z uvedbo dizelskih motorjev v 20. stoletju, kar je omogočilo večjo učinkovitost in nižje stroške uporabe.
- V drugi polovici 20. stoletja so traktorji postajali vse bolj zmogljivi, opremljeni z boljšimi menjalniki, hidravličnimi sistemi in varnostnimi kabinami.
- Z razvojem elektronike in računalniških sistemov so sodobni traktorji opremljeni z GPS-navigacijo, avtomatiziranimi nadzornimi sistemi in telemetrijo, kar omogoča precizno kmetijstvo ter zmanjšanje porabe goriva in škodljivih emisij.



Vrste traktorjev glede na namen

<https://www.youtube.com/watch?v=aj-fNQXFVmc>

Traktorje delimo glede na njihovo zasnovo in specifične naloge:

- **Univerzalni kmetijski traktorji** – najpogostejša vrsta, zasnovana za širok spekter kmetijskih opravil.
- **Specialni traktorji** – uporabljajo se v vinogradništvu, sadjarstvu in vrtnarstvu, pogosto so ožji in lažji, da se prilegajo vrstam rastlin.
- **Gorski traktorji** – prilagojeni za delo na strmih terenih, imajo nižje težišče in izboljšano stabilnost.
- **Gosenicni traktorji** – uporabljajo gosenice namesto koles, kar izboljšuje oprijem in zmanjšuje pritisk na tla.
- **Električni in hibridni traktorji** – novejši modeli, ki uporabljajo električni ali kombinirani pogon za zmanjšanje emisij in stroškov goriva.



TYPES OF TRACTORS

UTILITY



ORCHARD



INDUSTRIAL



LAWN AND GARDEN



SUB-COMPACT



COMPACT



ARTICULATED



MILITARY



ROW CROP

JOHN DEERE 8R 410



AUTONOMOUS



LOADER



ENGINE POWER:
410 HP (305 KW), WITH A MAXIMUM
OUTPUT OF 443 HP (331 KW).



MAX SPEED:
UP TO 50 KM/H (31 MPH), DEPENDING
ON THE TRANSMISSION
CONFIGURATION.



MODEL:
JOHN DEERE POWERTECH™ PSS 9.0L



TRANSMISSION:
E23™ POWERSHIFT TRANSMISSION, 23
FORWARD, 11 REVERSE SPEEDS FOR
PRECISE POWER CONTROL.



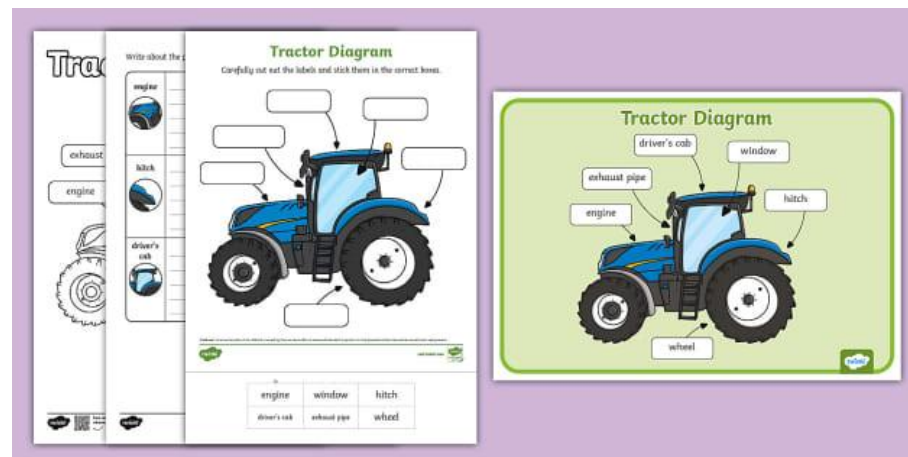
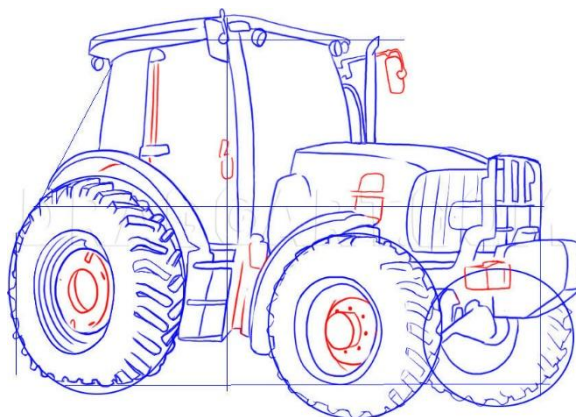
Osnovna zgradba traktorja <https://www.youtube.com/watch?v=YW5XdwOgcU>

Traktor je sestavljen iz več ključnih sklopov, ki skupaj omogočajo njegovo pravilno delovanje. Ti sklopi vključujejo motor, podvozje, pogonski sistem, hidravlični sistem, kabino ter varnostne elemente. V nadaljevanju so opisani osnovni sestavni deli traktorja in njihova funkcija.

Glavni sestavni deli traktorja

Traktor je kompleksen stroj, ki ga sestavljajo številni mehanski, hidravlični in elektronski sistemi. Osnovni sestavni deli vključujejo:

- **Motor** – zagotavlja pogonsko moč za premikanje traktorja in priključnih naprav.
- **Pogonski sistem** – prenaša moč motorja na kolesa in priključne sisteme.
- **Podvozje in okvir** – zagotavljata stabilnost in podporo za vse komponente.
- **Hidravlični sistem** – omogoča dviganje, spuščanje in delovanje priključnih strojev.
- **Krmilni in zavorni sistem** – omogočata upravljanje traktorja in varno ustavljanje.
- **Električni sistem** – vključuje akumulator, osvetlitev, elektroniko in nadzorne sisteme.
- **Kabina** – zagotavlja udobje in varnost voznika.

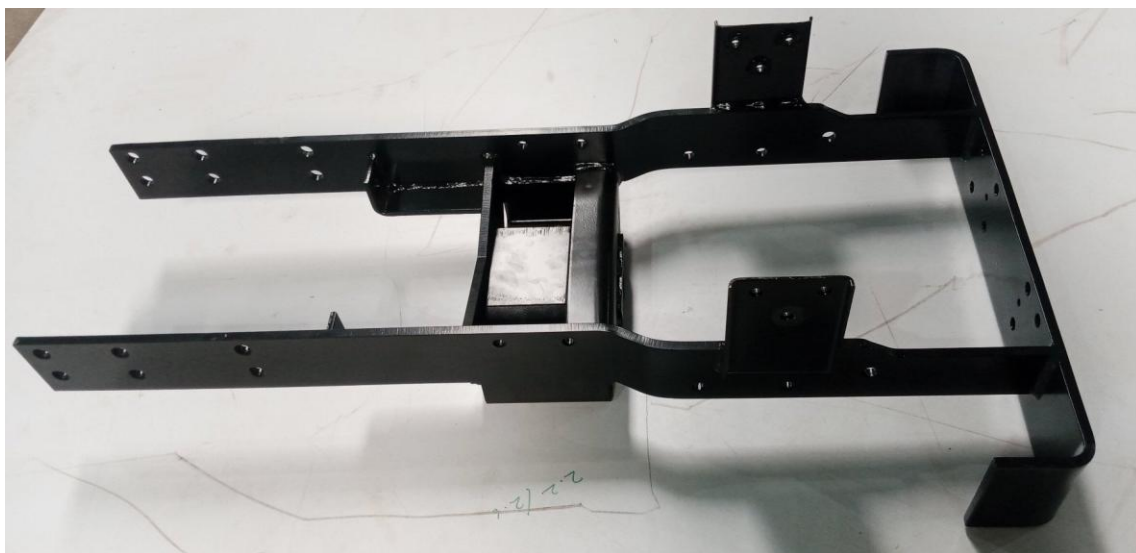


Podvozje in okvir

Podvozje traktorja je osnovna nosilna konstrukcija, na katero so pritrjeni vsi ostali sestavni deli. Razlikujemo dve osnovni vrsti konstrukcije:

- **Nosilni okvir** – celotna struktura je podprta s togo šasijo, na katero so pritrjeni vsi sestavni deli.
- **Samonosna konstrukcija** – pri nekaterih sodobnih traktorjih motor in menjalnik delujeta kot del nosilne konstrukcije, kar zmanjša težo in izboljša porazdelitev mase.

Podvozje vključuje tudi kolesa ali gosenice, ki so ključne za oprijem in stabilnost traktorja. Večina traktorjev ima pogon na zadnja kolesa ali štirikolesni pogon, kar povečuje vlečno moč in zmogljivost na težkih terenih.



Kabina in nadzorna plošča

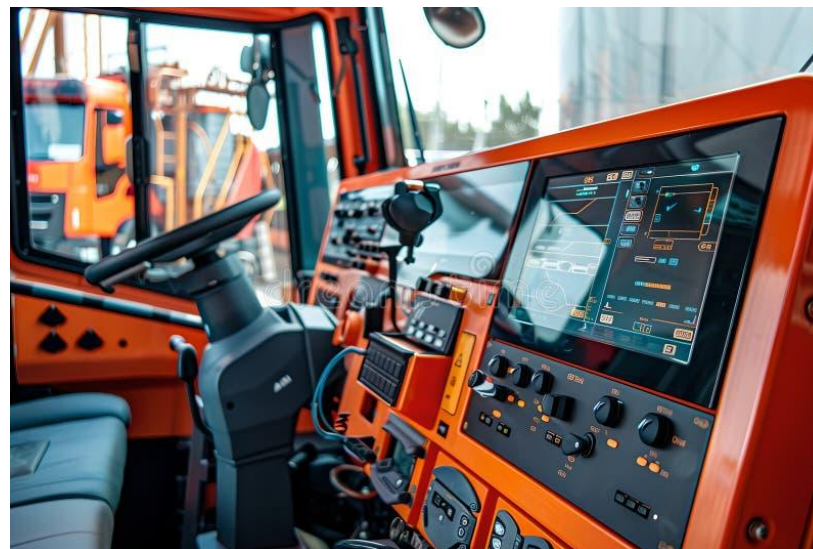
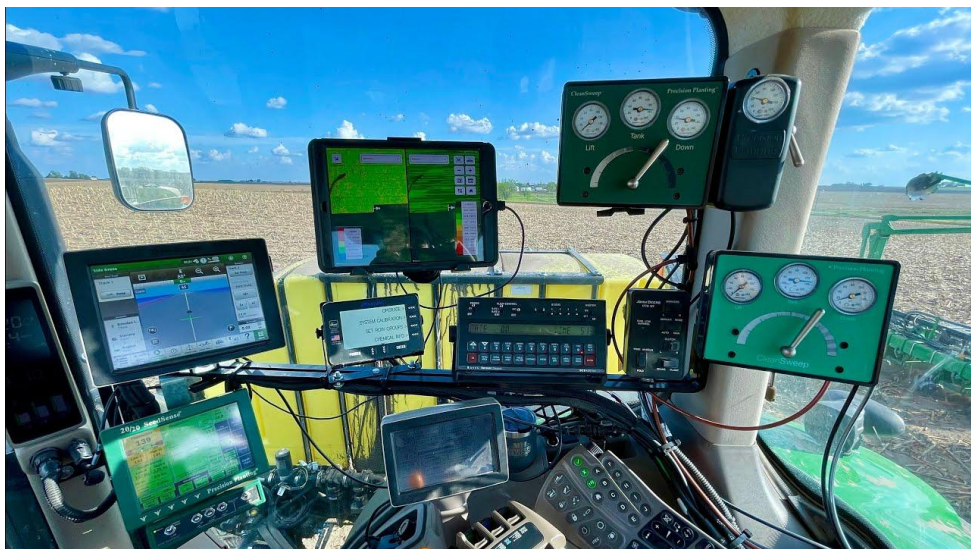
John Deere control panel: <https://www.youtube.com/watch?v=Oxj-gF7OWmg>

https://www.youtube.com/watch?v=_tRhAzmp5eU

Kabina traktorja je oblikovana za udobje in varnost voznika. Starejši modeli traktorjev imajo odprto kabino, medtem ko so sodobni traktorji opremljeni z zaprtimi kabinami, ki zagotavljajo zaščito pred vremenskimi vplivi, prahom in hrupom.

Glavne značilnosti sodobne kabine vključujejo:

- **Ergonomski sedež in nastavljivo volan** za udobno vožnjo.
- **Klimatska naprava in prezračevanje** za izboljšanje delovnega okolja.
- **Nadzorna plošča z elektronskimi prikazi** za spremljanje delovanja traktorja.
- **GPS-navigacija in avtomatizirani sistemi** za precizno kmetijstvo.
- **Zaščitna struktura (ROPS/FOPS)** za zaščito pri prevračanju ali padcu predmetov.



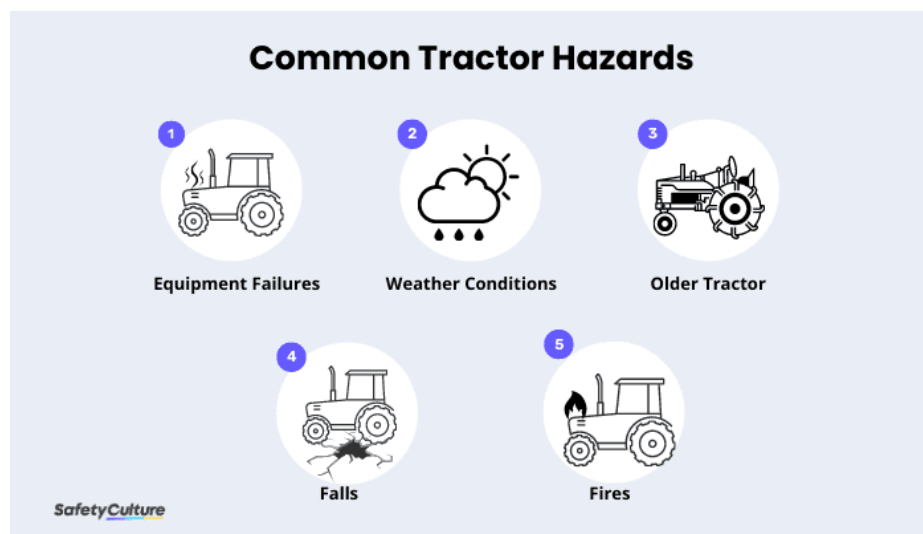
Varnostni elementi traktorja

10 steps for tractor safety: https://www.youtube.com/watch?v=KuT_dEGvXuc

Varnost pri delu s traktorjem je ključnega pomena. Sodoben traktor mora biti opremljen z varnostnimi sistemi, ki preprečujejo nesreče in poškodbe. Ti vključujejo:

- **Zaščitni lok ali kabina (ROPS – Roll Over Protection System)** – ščiti voznika v primeru prevračanja.
- **Varnostni pasovi** – zmanjšujejo tveganje poškodb pri nesrečah.
- **Sistem samodejnega izklopa** – preprečuje zagon motorja, če ni pravega varnostnega položaja voznika.
- **Signalizacija in osvetlitev** – utripalke, zavorne luči in odsevni znaki zagotavljajo vidnost na cesti in polju.
- **Zavore in blokada diferenciala** – omogočajo varno zaustavitev tudi na strmem terenu.

S pravilno uporabo varnostnih sistemov in upoštevanjem varnostnih pravil se zmanjša tveganje nesreč pri delu s traktorjem.



STEPS FOR SAFELY USING A FARM TRACTOR

Mind the other farm labours
around the tractor

Drive with care

Hitching safely

Mind the Living

Other implements and
their safety operation

The driver's seat
matters

Lookout for overhead
electric powerlines

Being cautious
is the key

How to prevent
overturning?



Essential Tractor Safety Checks

Initial Checks

- Valid road tax and insurance
- Valid CVRT, if applicable
- Roadworthy condition
- Sitting level on ground
- Tyre condition/inflation
- No fluid leaks
- Number plates visible and clean

Driver

- Trained and competent
- Fit to drive
- Follows safety rules
- Valid licence
- Valid insurance
- Appropriate PPE
- Not fatigued

Windscreen and Side Windows

- All in place
- Undamaged and clean
- View not obscured e.g. by stickers etc.
- Windscreen wipers present and in good condition

Mirrors

- All mirrors in place
- Clean and in good condition
- Correctly aligned

Full lighting system

- All in place
- Clean and undamaged
- Correct colour
- Flashing amber beacon turned on
- Lights and indicators working
- Work (plough lamp) switched off when travelling on road

In Cab Checks

- Controls clearly marked
- Controls working
- Seat in good condition
- Seat adjusted for driver
- Safety belt used [if fitted]
- Dashboard – all warning lights working
- Wipers and Washers working
- Hand brake working
- Steering and brakes working correctly
- Split brakes linked and working
- Horn, demister and temperature controls [where fitted] working correctly
- Cab clean
- Cab floor clear of any obstructions
- High-Visibility jacket/vest(s) accessible in cab

External Checks

- Cab/Roll bar in good condition
- Check all fluid levels (oil, coolant, windscreen wash, brake fluid)
- Sufficient fuel and fuel cap secure
- Check radiator
- Check Hydraulic hoses
- Steps undamaged and clean
- Doors in place and handle working
- PTO drive guarded (U-guard)
- Hitching equipment in good condition
- Speed disc (if required)



Passengers

- Carry passenger(s) in passenger seat only
- Safety belt used [if fitted]
- High-Visibility vest(s) for passenger in cab
- No children under 7 years allowed

Tyres and Wheels

- Tyres correctly inflated
- Tyres have correct tread depth
- Tyres undamaged: No abrasions, bulges or tears
- Wheel nuts all in place, correctly fitted and secure

Safe Parking

- Reverse park safely
- Park in a safe area
- Apply parking brake
- Place in correct parking gear
- Lower attachments to ground
- Switch off engine
- Remove key
- Dismount facing tractor

Ensure tractor is maintained and is in a roadworthy condition at all times

Motor traktorja

Motor je srce traktorja, saj zagotavlja potrebno mehansko energijo za pogon traktorja in delovanje priključkov. Večina sodobnih traktorjev uporablja **dizelske motorje z notranjim zgorevanjem**, ki so zasnovani za visoko učinkovitost in velik navor pri nizkih vrtljajih. V zadnjem času se razvijajo tudi **hibridni in električni traktorji**, ki zmanjšujejo emisije in porabo goriva.

Vrste motorjev v traktorjih

Motorji v traktorjih se delijo glede na vrsto goriva in način delovanja:

a) Dizelski motorji

- Najpogostejša vrsta motorjev v kmetijskih traktorjih.
- Omogočajo visok navor pri nizkih vrtljajih, kar je ključnega pomena za kmetijska opravila.
- So bolj varčni in imajo daljšo življenjsko dobo kot bencinski motorji.
- Izpusti manj ogljikovega monoksida (CO) kot bencinski motorji, vendar proizvajajo več dušikovih oksidov (NOx) in trdnih delcev.

b) Bencinski motorji

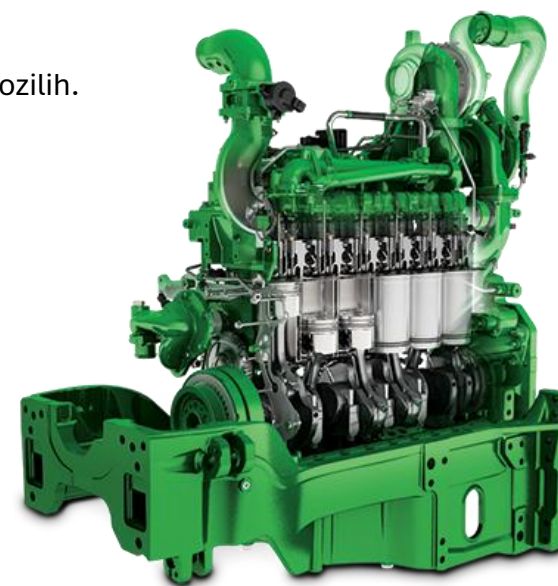
- Manj pogosti pri sodobnih traktorjih, uporabljajo se predvsem v manjših modelih in specializiranih vozilih.
- Imajo višje vrtljaje, vendar manjši navor kot dizelski motorji.
- Porabijo več goriva in imajo krajšo življenjsko dobo v primerjavi z dizelskimi motorji.

c) Hibridni in električni motorji

- Novi modeli traktorjev vključujejo električni pogon ali kombinacijo elektrike in dizelskega motorja.
- Električni traktorji imajo manjše emisije in nižje stroške vzdrževanja.
- Baterijska tehnologija in omejen doseg sta trenutno glavni omejitvi za množično uporabo.

How does an internal combustion motor work: <https://www.youtube.com/watch?v=Y32gDgLq6hE>

How a car engine works: <https://www.youtube.com/watch?v=ZQvfHyfgBtA>

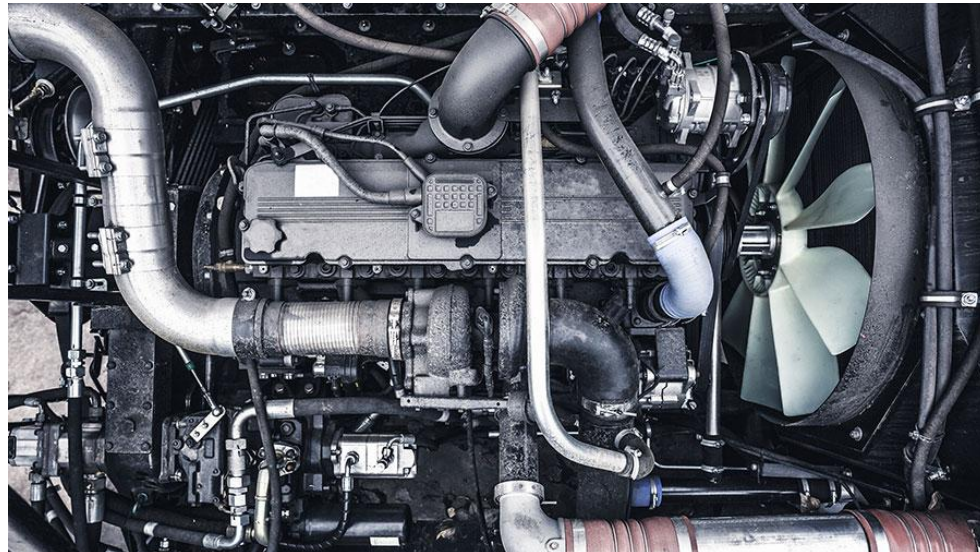


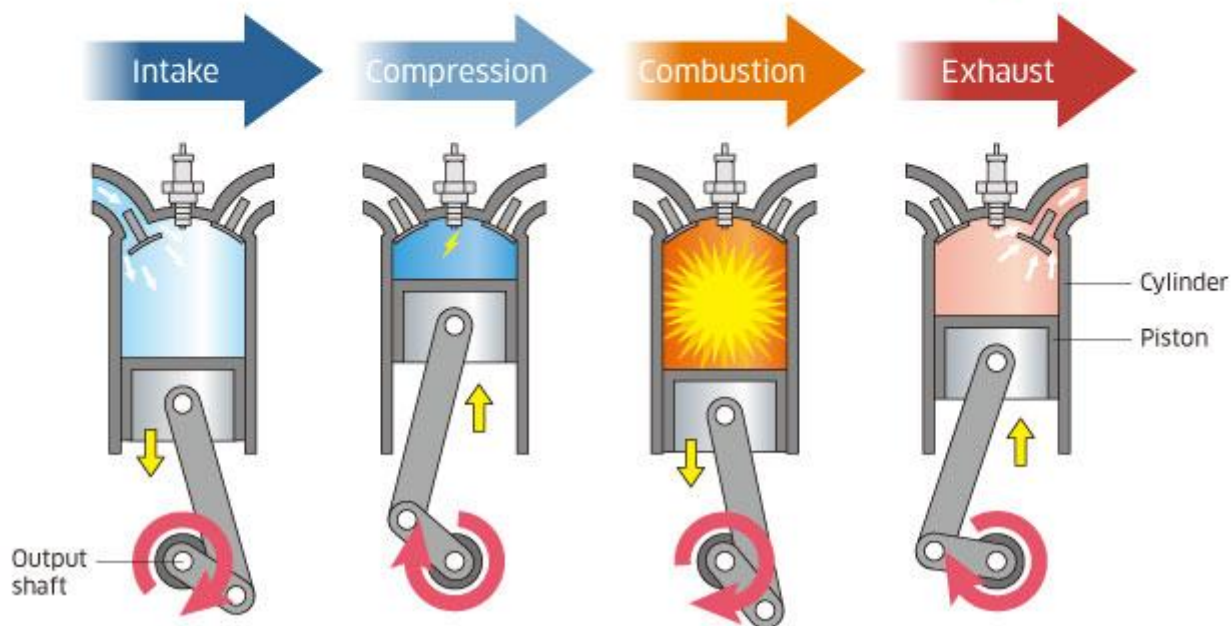
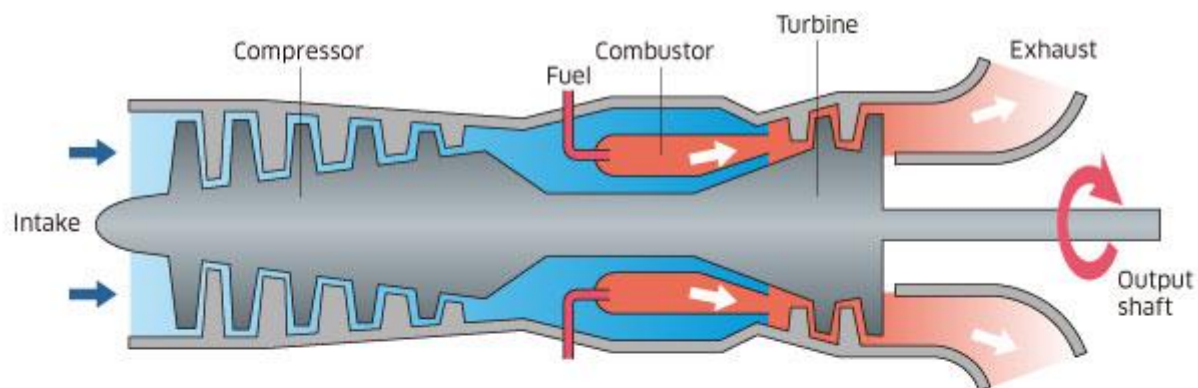
Osnovni principi delovanja motorja z notranjim zgorevanjem

Večina traktorjev uporablja **štiritaktne dizelske motorje**, ki delujejo v štirih fazah:

1. **Sesanje** – bat se premakne navzdol, zrak vstopi v valj skozi sesalni ventil.
2. **Kompresija** – bat se premakne navzgor, zrak se stisne, kar poveča temperaturo.
3. **Zgorevanje (delovni takt)** – gorivo se vbrizga v stisnjen vroč zrak in samovžge, kar povzroči ekspanzijo plinov in premik bata navzdol.
4. **Izpuh** – bat se ponovno dvigne, izpušni ventil se odpre in izpušni plini zapustijo valj.

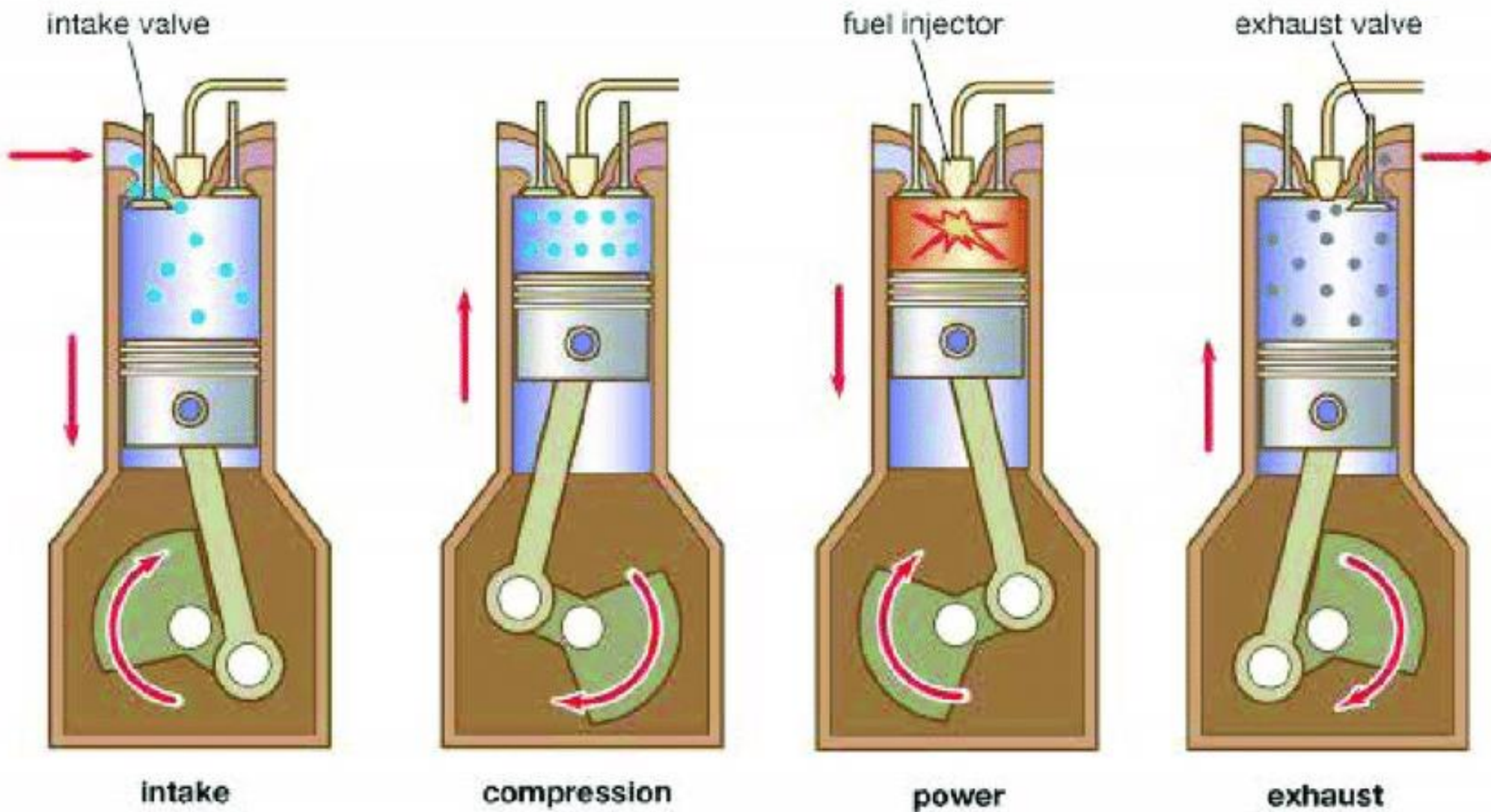
Dizelski motorji uporabljajo **direktni ali indirektni vbrizg goriva**. Pri **direktnem vbrizgu** gorivo vstopa neposredno v valj, kar povečuje učinkovitost in zmanjšuje porabo goriva.





Otto cycle: <https://www.youtube.com/watch?v=q5vgBPb8gSc>
 Otto cycle: <https://www.youtube.com/watch?v=fNcZDrfT498>
 Diesel cycle: <https://www.youtube.com/watch?v=TMAJMGCL-tI>
 Diesel cycle: <https://www.youtube.com/watch?v=88T8m4c7BxA>
 Diesel cycle: <https://www.youtube.com/watch?v=qeGQgPQsJJI>
 Atkinson cycle: https://www.youtube.com/watch?v=WKKILW3Zj_Y
 Atkinson cycle: <https://www.youtube.com/watch?v=gD2AQuhbHdk>

Four-stroke engine: <https://www.youtube.com/watch?v=Pu7g3uIG6Zo>
 Four-stroke engine: <https://www.youtube.com/watch?v=ZSkB3zrU8T4>



Gorivo, mazanje in hlajenje motorja

a) Gorivo

Dizelski motorji v traktorjih uporabljajo dizelsko gorivo, ki je energetsko gostejše od bencina in zagotavlja večji navor. Pomembni vidiki uporabe goriva vključujejo:

- Kakovost dizelskega goriva vpliva na delovanje in življenjsko dobo motorja.
- Nizkožveplova goriva in biodizel so okolju prijaznejše alternative.
- Filtracija goriva preprečuje vdor nečistoč, ki bi lahko poškodovale motor.

b) Mazalni sistem

Motorji traktorjev imajo **sistem mazanja**, ki zmanjšuje trenje in obrabo gibljivih delov. Glavni sestavni deli mazalnega sistema vključujejo:

- **Olje za mazanje motorja** – zmanjšuje trenje in preprečuje pregrevanje.
- **Oljni filter** – odstranjuje nečistoče in kovinske delce.
- **Oljna črpalka** – skrbi za kroženje olja po motorju.

c) Sistem hlajenja

Motor traktorja med delovanjem proizvaja veliko toplote, zato ima **hladilni sistem**, ki preprečuje pregrevanje. Obstajata dva glavna načina hlajenja:

- **Tekočinsko hlajenje** – uporablja hladilno tekočino, ki absorbira toploto in jo odvaja preko hladilnika.
- **Zračno hlajenje** – uporablja zračne tokove za hlajenje valjev in glave motorja (manj pogosto pri traktorjih).

Sodobni traktorji imajo **senzorje temperature**, ki voznika opozorijo na morebitno pregrevanje motorja.

<https://www.youtube.com/watch?v=9lse1SfDq7M>

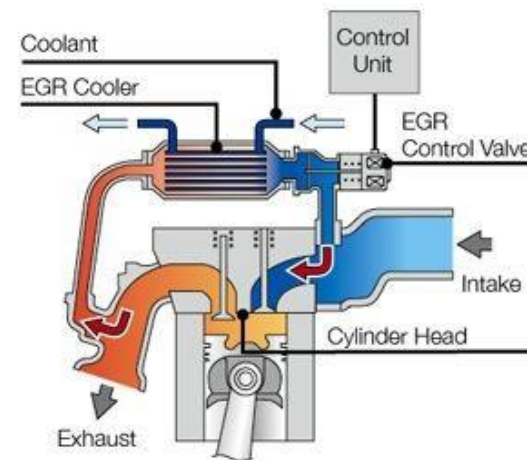


Emisije izpušnih plinov in ekološki standardi

Documentary: <https://www.youtube.com/watch?v=vlwSBvwGx5Y>

Dizelski motorji v traktorjih proizvajajo izpušne pline, ki vsebujejo škodljive snovi, kot so:

- Dušikovi oksidi (NO_x)
- Trdni delci (saje)
- Ogljikovodiki (HC)
- Ogljikov dioksid (CO₂)

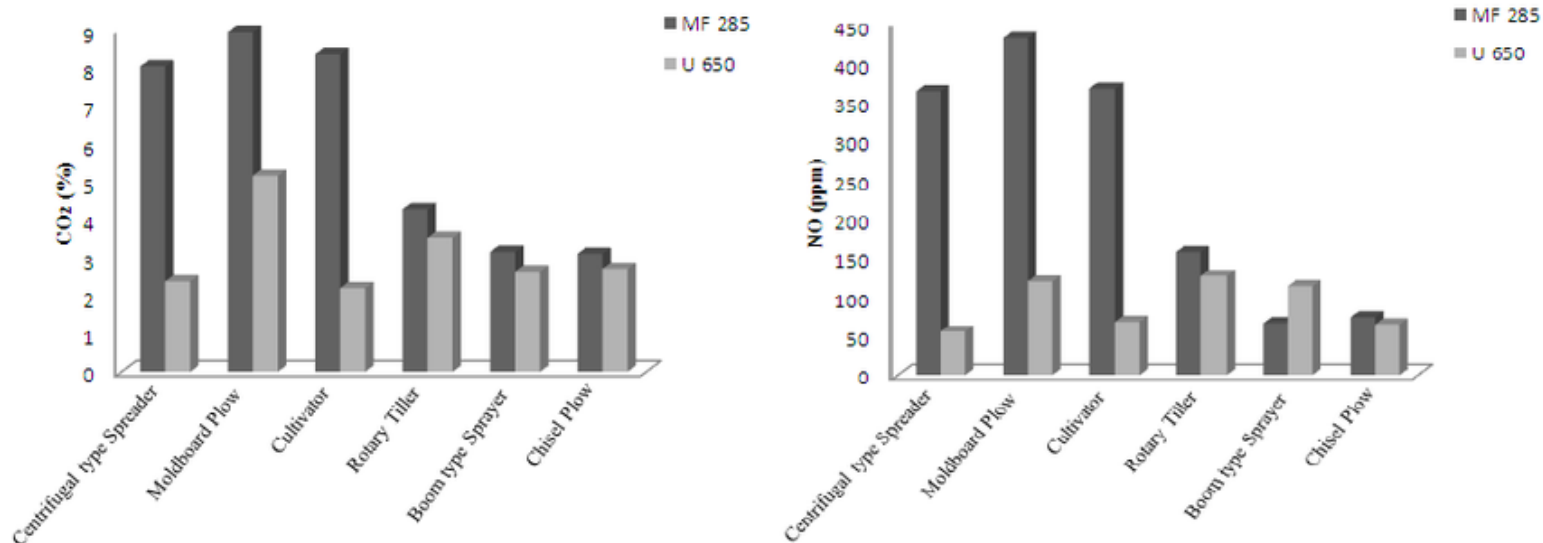


Zaradi okoljskih standardov se morajo sodobni traktorji držati **EURO emisijskih normativov**. Te omejitve zahtevajo uporabo tehnologij za zmanjšanje emisij, kot so:

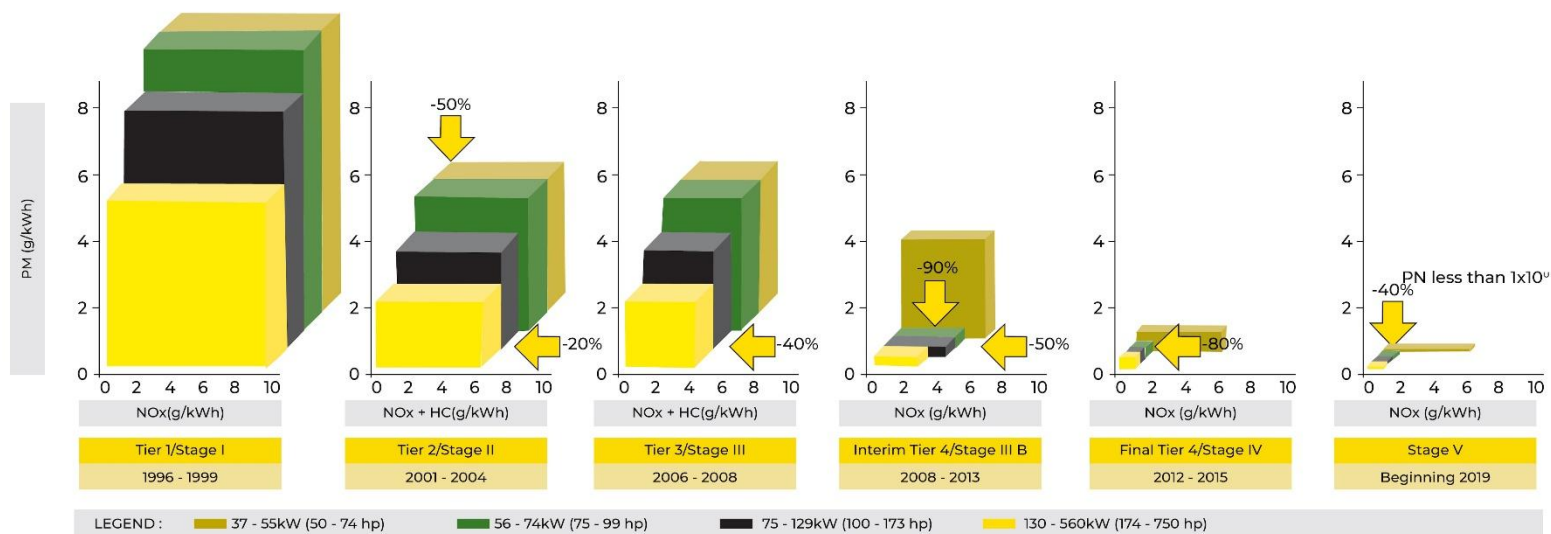
- **Katalizatorji (SCR)** – zmanjšujejo dušikove okside (NO_x) s pomočjo sečnine (AdBlue).
- **Filtri trdnih delcev (DPF)** – lovijo saje in zmanjšujejo emisije trdnih delcev.
- **EGR (recirkulacija izpušnih plinov)** – znižuje temperature zgorevanja in zmanjšuje emisije NO_x.

Sodobni traktorji uporabljajo kombinacijo teh sistemov, da izpolnjujejo stroge okoljske zahteve in zmanjšujejo vpliv na okolje.





EPA and EU nonroad emissions regulations: 37 - 560 kW (50 - 750 hp)



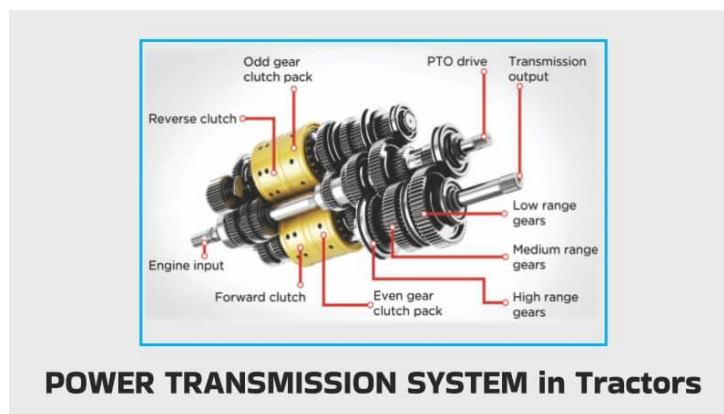
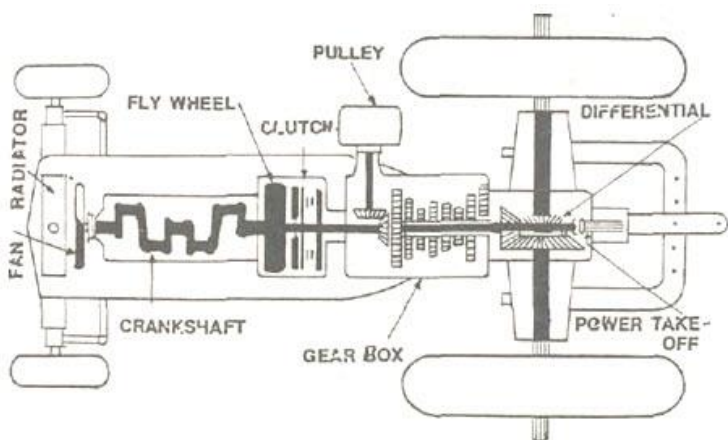
*John Deere engines with a diesel particulate filter are ready to meet Stage V emissions regulations

Prenos moči in pogonski sklop

Animation: <https://www.youtube.com/watch?v=Dh7lrZXM2mg>

<https://www.youtube.com/watch?v=nGkSw1Ytz98>

Prenos moči in pogonski sklop traktorja sta ključna za njegovo učinkovito delovanje. Motor proizvaja mehansko energijo, ki jo je treba preko različnih sklopov prenesti na kolesa traktorja ter na priključne stroje. Pogonski sklop vključuje sklopko, menjalnik, diferencial, pogonske osi in pogon koles. Različni tipi prenosov moči omogočajo prilagodljivost traktorja za različne vrste dela.



POWER TRANSMISSION SYSTEM

A power transmission system usually consists of the following parts:

1. Clutch – The device that connects or disconnects two torque transmitting devices.
2. Transmission – A device for transmitting power at a multiplicity of speed and torque.
3. P.T.O. Drive – The parts that transmit torque from the engine to the PTO spline on the rear of the tractor.
4. Differential – The device, usually in the axle housing, that allows the two wheels on an axle to rotate at different speeds.
5. Brake – The device, usually in the axle housing, that stops the motion of the tractor.
6. Axle – The shaft and connecting parts that transmits torque from the differential or final gear reduction, to the wheels.

Sklopka

Sklopka je mehanski sklop, ki omogoča začasno prekinitev prenosa moči med motorjem in menjalnikom ter omogoča mehko speljevanje in prestavljanje prestav.

Glavne naloge sklopke so:

- Omogočanje postopnega prenosa moči ob speljevanju.
- Prekinitev prenosa moči za prestavljanje prestav.
- Preprečevanje preobremenitve motorja in menjalnika.

Vrste sklopk v traktorjih

- **Enodiskovne in dvodiskovne suhe sklopke** – uporabljajo se pri mehanskih menjalnikih.
- **Oljne (mokre) sklopke** – bolj vzdržljive in primerne za večje obremenitve.
- **Hidravlične in elektromagnetne sklopke** – uporabljajo se pri avtomatiziranih menjalnikih in sistemih nadzora priključkov.

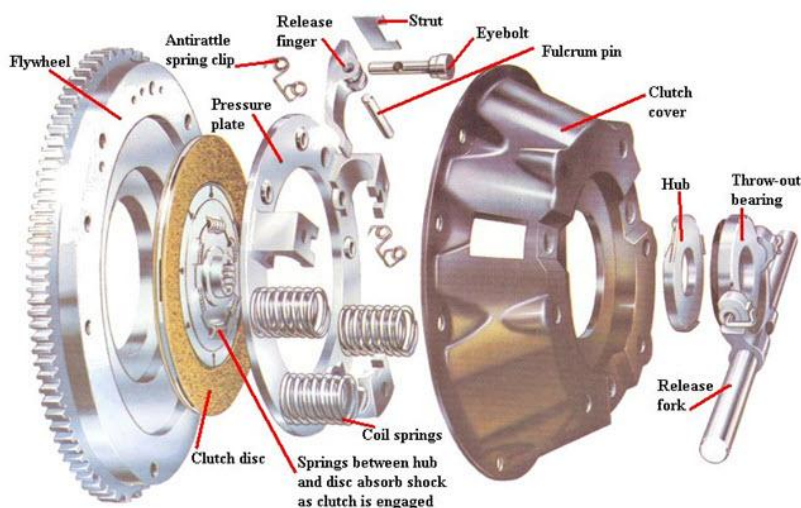


Fig. 10.1: Clutch

(Source: http://www.motorera.com/dictionary/pics/c/coil-spring_clutch.jpg)

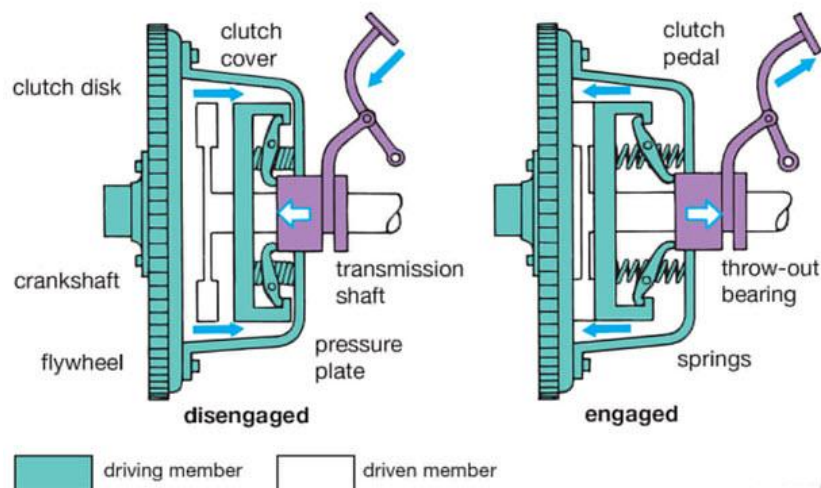
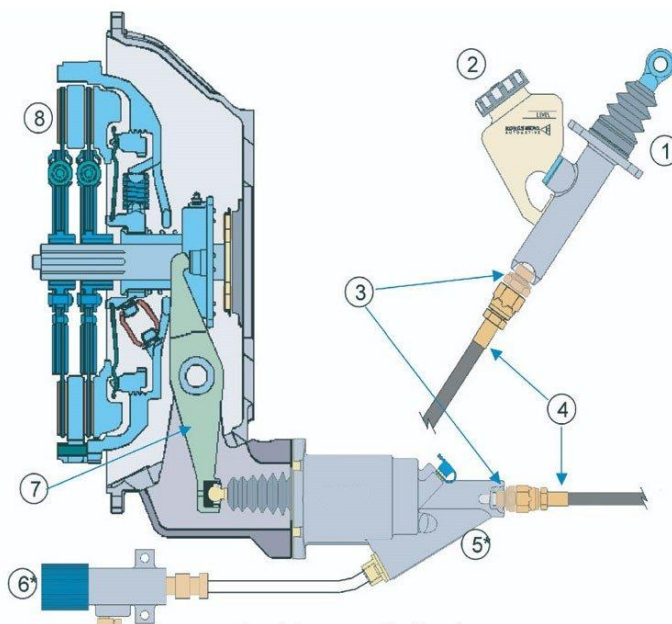


Fig. 10.2: Principle of friction clutch

(Source: <http://media.web.britannica.com/eb-media/41/104141-004-5B075D35.gif>)



Dual plate dry and oil clutch



- 1 - Master Cylinder
- 2 - Reservoir
- 3 - Adapter
- 4 - Hose & Fitting
- 5* - Servo (air/hydraulic)
- 6 - Air Regulator
- 7 - Housing & Fork Assembly
- 8 - 15.5" Clutch

* - Slave Cylinder Alternative

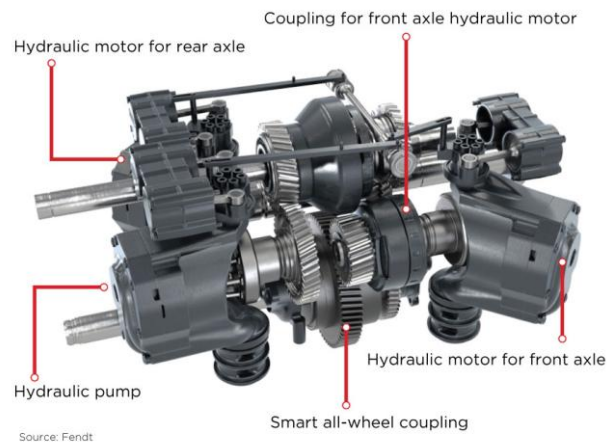
Menjalnik

Menjalnik omogoča prilagajanje hitrosti in navora, ki se prenašata na kolesa traktorja. Omogoča izbiro optimalne prestave glede na obremenitev in vrsto dela.

Vrste menjalnikov v traktorjih

- **Mehanski (ročni) menjalnik** – klasičen sistem z več prestavami in prestavno ročico.
- **Sinhronizirani menjalnik** – omogoča lažje prestavljanje brez popolne zaustavitve.
- **Powershift menjalnik** – omogoča prestavljanje brez uporabe sklopke.
- **Brezstopenjski menjalnik (CVT – Continuously Variable Transmission)** – prilagaja hitrost brez skokov med prestavami, kar povečuje učinkovitost in udobje.

Moderne traktorske transmisije vključujejo tudi **elektronsko krmiljene menjalnike**, ki omogočajo avtomatsko prilagajanje prestav glede na obremenitev in teren.



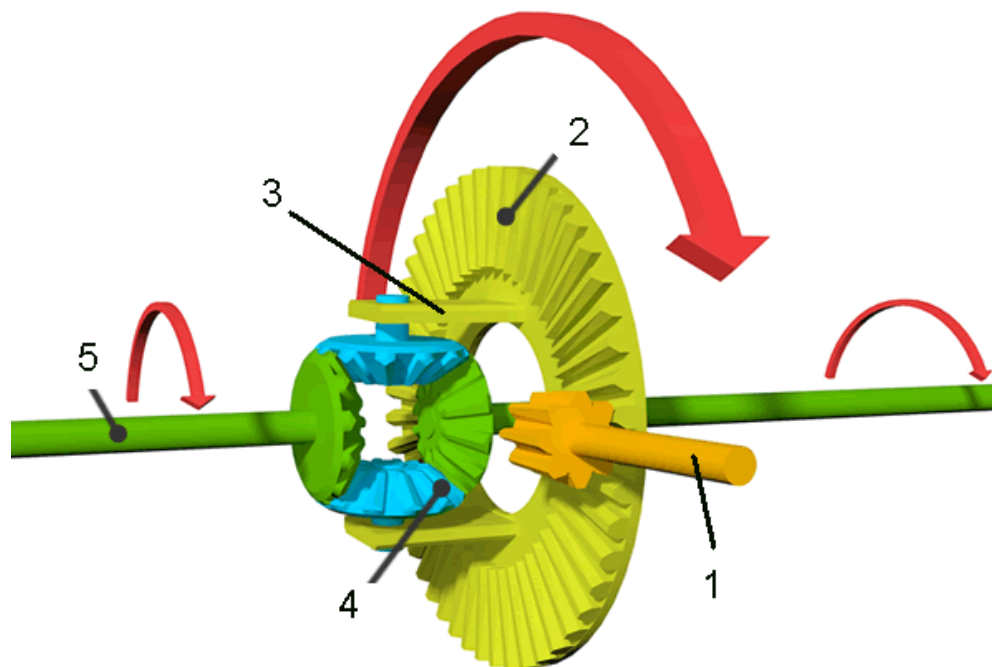
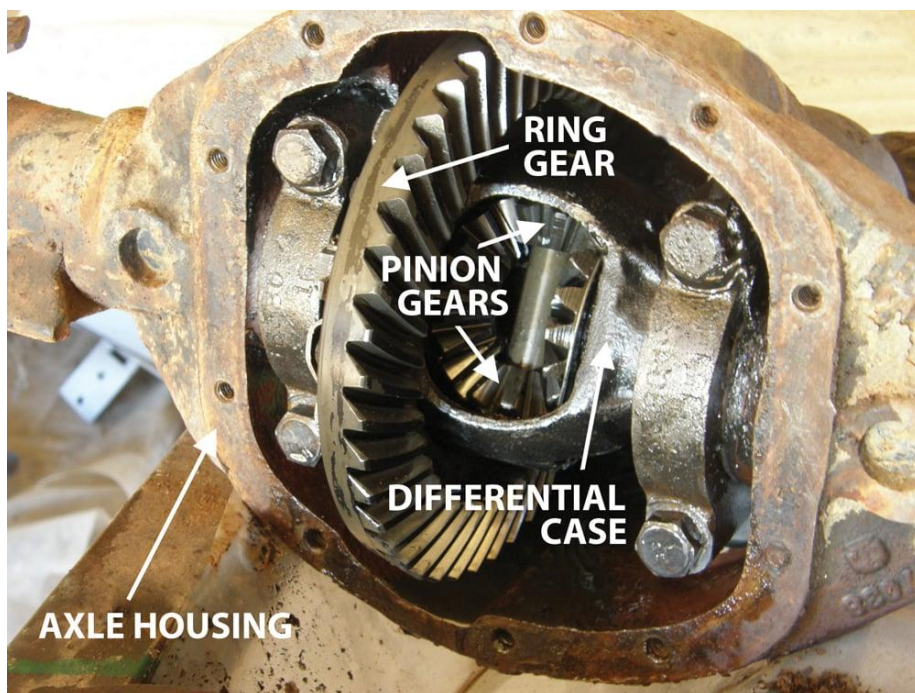
Diferencial in pogonske osi

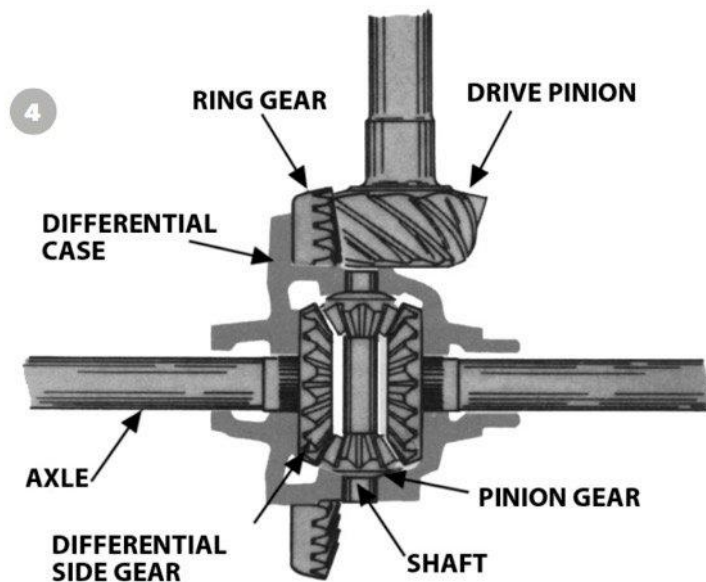
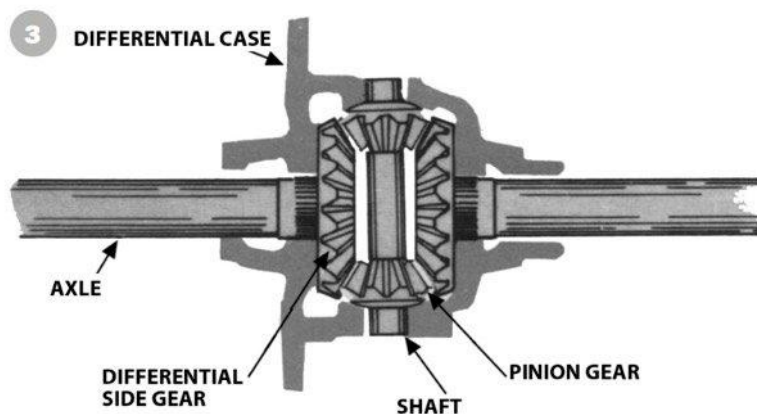
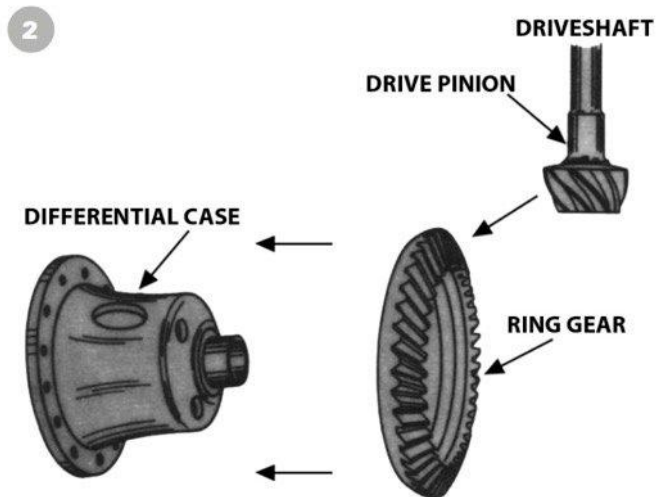
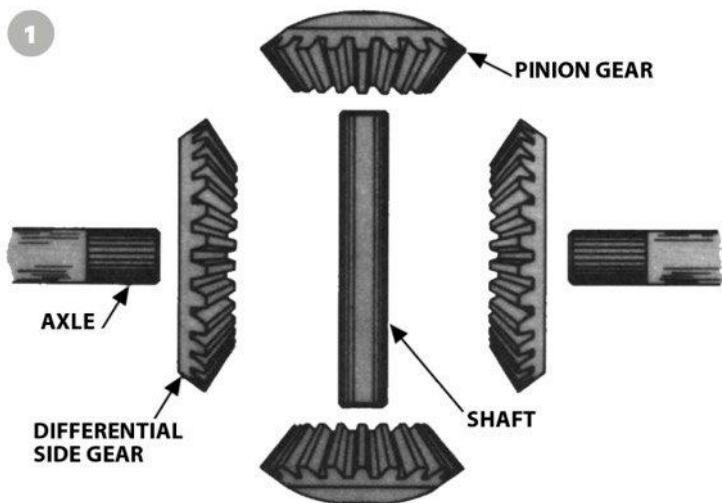
Diferencial omogoča prenos moči na pogonska kolesa in hkrati prilagaja hitrost vrtenja posameznih koles pri zavijanju. Traktorji imajo pogosto tudi diferencialno zaporo, ki zagotavlja boljši oprijem na spolzkem ali mehkem terenu.

Pogonske konfiguracije traktorjev

<https://www.youtube.com/watch?v=nC6fsNXdcMQ>

- **2WD (dvokolesni pogon)** – pogon samo na zadnja kolesa, primeren za lažja dela in ravne terene.
- **4WD (štirikolesni pogon)** – boljši oprijem in vlečna moč na težkih terenih.
- **Gosenicni pogon** – uporablja gosenice namesto koles, idealen za mehka tla in strme naklone.





1 These are the gears inside the differential case.

2 The ring gear slides over the differential case and bolts to the flange on the left side of it. The drive pinion mates with the ring gear and turns the differential case. The drive pinion is turned directly by the driveshaft connecting it to the transmission.

3 The shaft holding the two pinion gears is held in the differential case. As the case turns, the pinion gears transfer its rotation to the differential side gears on the axles.

4 This is the full assembly inside the axle housing with the drive pinion now shown.

Kolesa in gosenice

Kolesa ali gosenice so ključni del pogona, saj prenašajo moč traktorja na podlago.

Vrste traktorskih koles

<https://www.youtube.com/watch?v=UPgNsE7V9sM>

<https://www.youtube.com/watch?v=aj-fNQXFVmc&t=36s>

- **Zadnja kolesa (večja, pogonska)** – zagotavljajo vlečno moč in stabilnost.
- **Prednja kolesa (manjša, vodilna)** – omogočajo krmiljenje in boljšo okretnost.
- **Dvojna ali trojna kolesa** – uporabljajo se za večjo stabilnost in manjši pritisk na tla.

Gosenice

- Omogočajo večjo stabilnost in boljši oprijem na mehkih tleh.
- Manjša obremenitev tal v primerjavi s kolesi.
- Pogostejše pri večjih traktorjih in specializiranih modelih.



Prenos moči na priključke (Kardan in hidravlični sistem)

Prenos moči na priključne stroje je bistvena funkcija traktorja. Glavna sistema prenosa sta **kardanski priklop** in **hidravlični sistem**.

a) Kardanski prenos moči (PTO – Power Take-Off)

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

Kardan omogoča prenos mehanske energije iz motorja na priključne stroje, kot so kosilnice, škropilnice, balirke itd.

Običajne hitrosti kardana so:

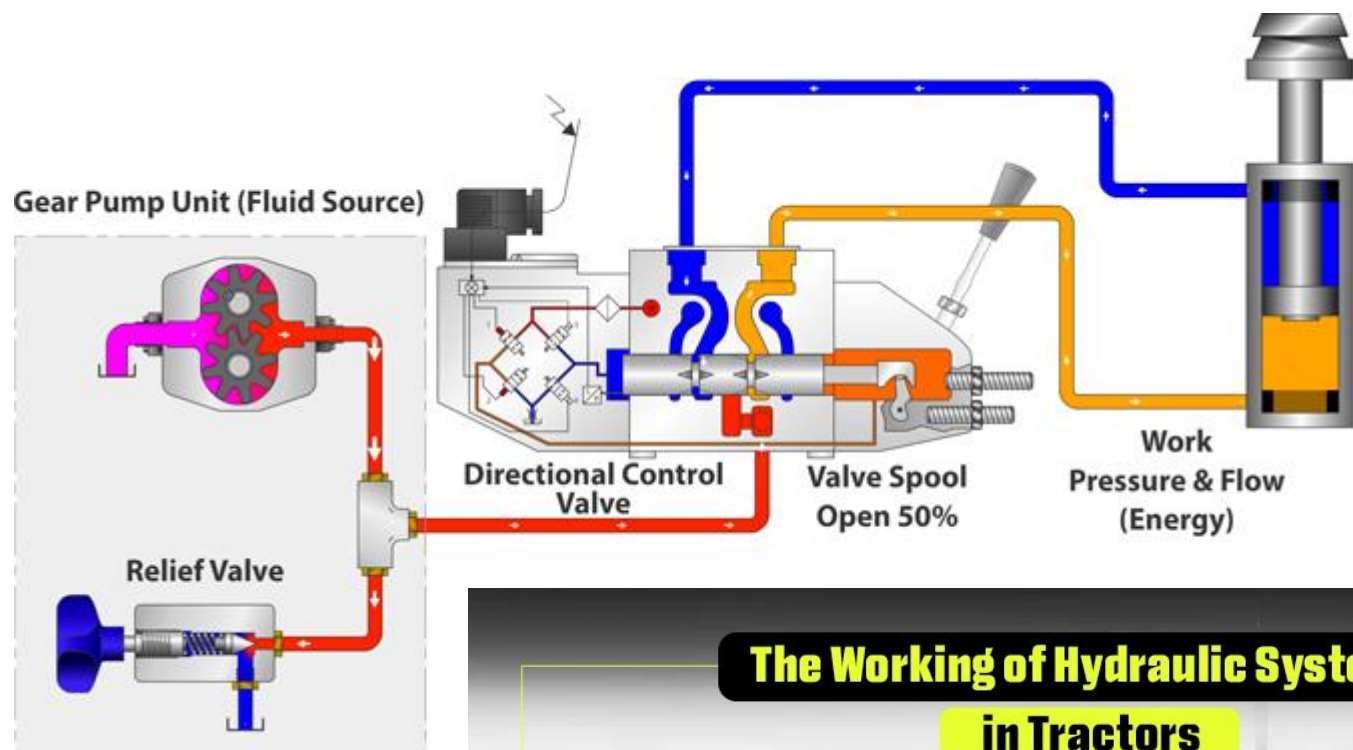
- **540 vrt/min** – standardna hitrost za večino priključkov.
- **1000 vrt/min** – za večje in zmogljivejše priključke.

b) Hidravlični sistem

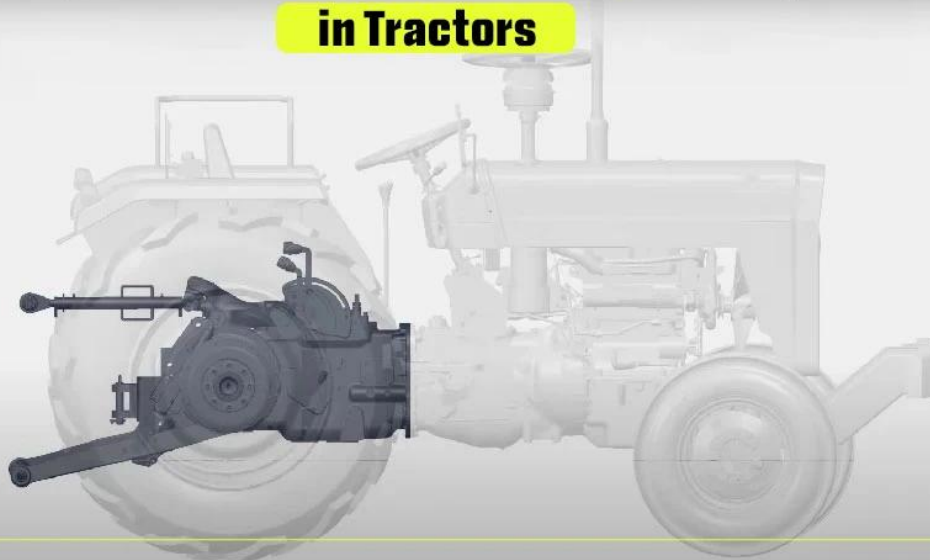
<https://www.youtube.com/watch?v=fhrKroRCFH8>

- Uporablja tekočino pod tlakom za dviganje in spuščanje priključkov.
- Omogoča delovanje hidravličnih cilindrov in motorjev.
- Vključuje **hidravlično črpalko, ventile, hidravlične priključke in rezervoar za olje**.



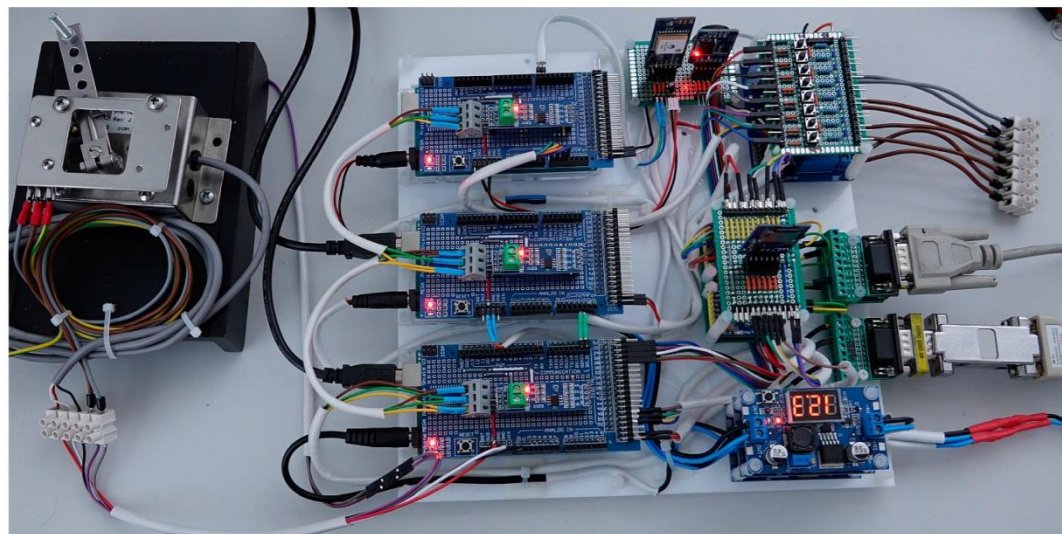


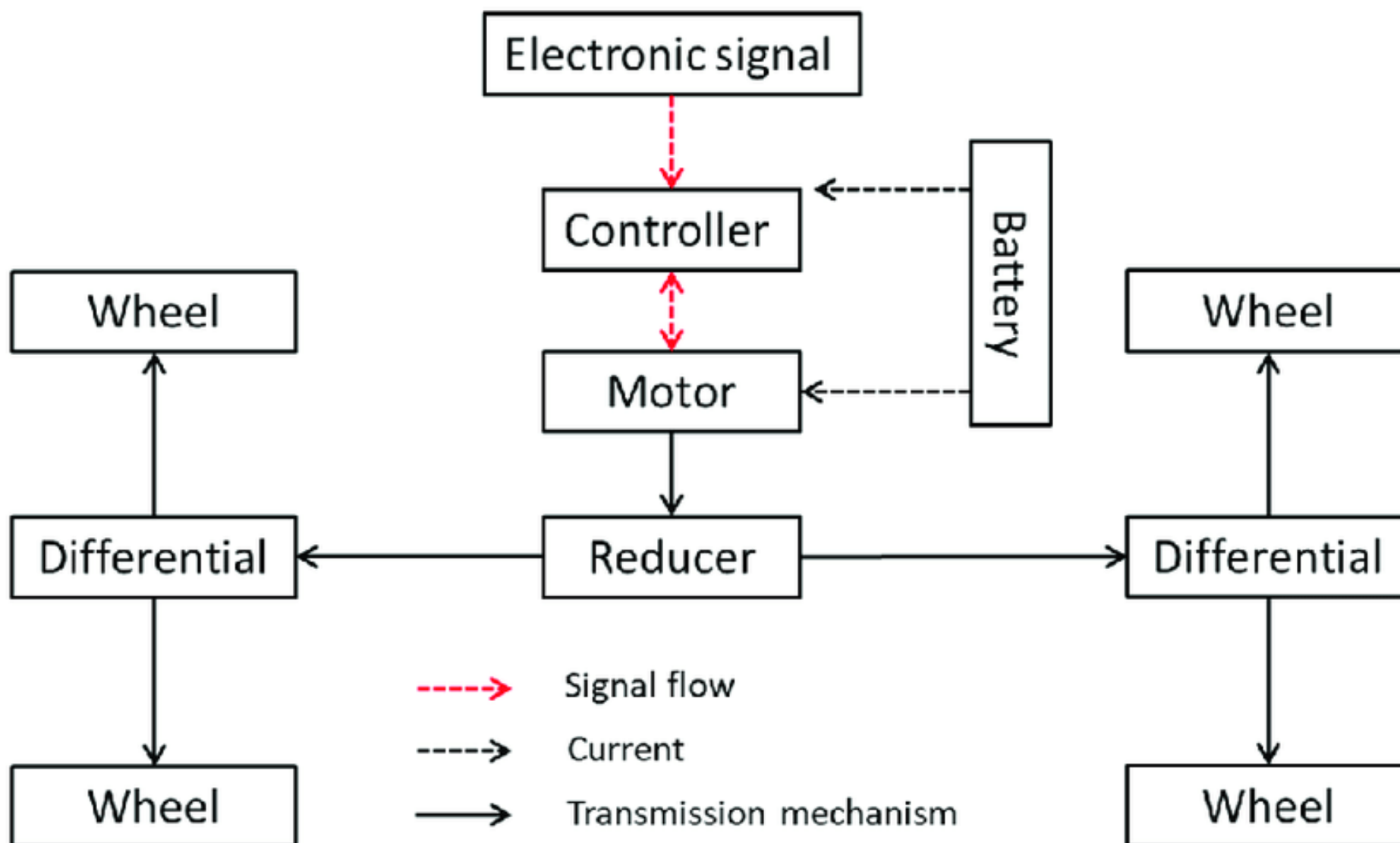
The Working of Hydraulic Systems in Tractors



Električni in elektronski sistemi traktorja

Električni in elektronski sistemi traktorja igrajo ključno vlogo pri njegovem delovanju, varnosti in učinkovitosti. Ti sistemi vključujejo **električno napajanje, zagonski sistem, osvetlitev, signalizacijo, senzorje, nadzorne sisteme ter napredne telemetrijske tehnologije**. Sodobni traktorji uporabljajo elektronsko krmiljenje in avtomatizacijo za povečanje produktivnosti in zmanjšanje porabe goriva.





Električni sistem traktorja

Električni sistem traktorja temelji na **12 V ali 24 V električni napetosti**, ki napaja vse električne komponente. Glavni sestavni deli električnega sistema so:

a) Akumulator (baterija)

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

- Služi kot **vir električne energije** za zagon motorja in napajanje elektronskih sistemov.
- Večina traktorjev uporablja **svinčeno-kislinske akumulatorje**, pri novih modelih pa se pojavljajo tudi **litij-ionske baterije**.
- Akumulator mora biti redno vzdrževan – preverjanje nivoja elektrolita, čistoče priključkov in napetosti.

b) Alternator in regulator napetosti

<https://www.youtube.com/watch?v=jdSKlg80DjU>

- **Alternator** proizvaja električno energijo med delovanjem motorja in polni akumulator.
- **Regulator napetosti** nadzoruje količino električne energije, ki se dovaja akumulatorju in preprečuje prenapetost ali preobremenitev sistema.

c) Električna napeljava

- Povezuje vse električne komponente traktorja.
- Vključuje **varovalke in releje**, ki ščitijo sistem pred preobremenitvijo in kratkimi stiki.



Zagonski sistem traktorja

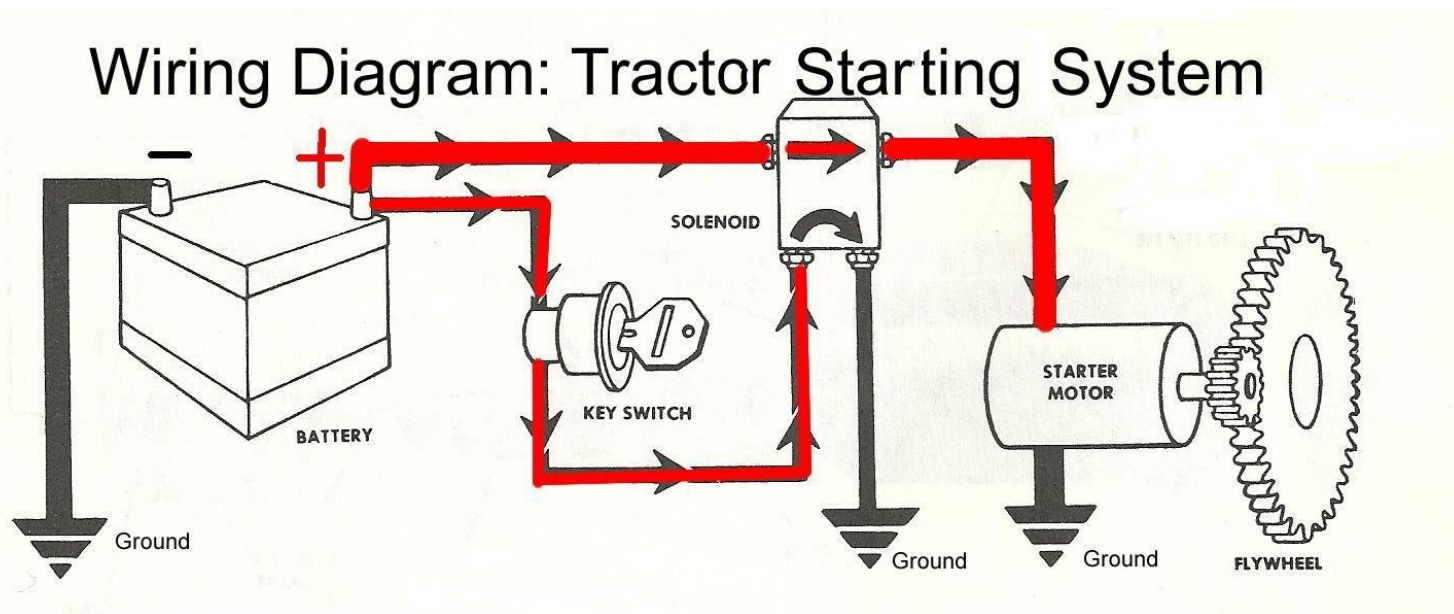
<https://www.youtube.com/watch?v=kFsl5r34lCI>

<https://www.youtube.com/watch?v=SYLDMb7HHZ4>

Zagonski sistem omogoča zagon motorja in vključuje:

- **Zaganjalnik (starter motor)** – uporablja električno energijo akumulatorja za zagon motorja.
- **Zagonski rele in stikalo** – omogočata vklop in izklop zaganjalnika.
- **Predgretje (pri dizelskih motorjih)** – svečke za predgretje segrejejo zgorevalno komoro, da olajšajo hladen zagon.

Zaradi velike obremenitve zaganjalnika je pomembno, da je akumulator pravilno napolnjen in da električni priključki niso poškodovani.



www.ontariopartshotline.ca

Source: Automotive Diesel Engines by Jay Webster

Osvetlitev in signalizacija

<https://www.youtube.com/watch?v=ch8LlihKCgc&t=368s>

Osvetlitveni in signalni sistem traktorja zagotavlja varnost pri delu in vožnji na cesti ter vključuje:

- **Sprednje luči (zasenčene in dolge luči)** – omogočajo vidljivost ponoči in v slabih vremenskih pogojih.
- **Delovne luči** – osvetlujejo delovno območje okoli traktorja (LED luči pri novejših modelih).
- **Zadnje in zavorne luči** – signalizirajo premike in zaviranje.
- **Smerniki in opozorilne utripalke** – omogočajo varno vožnjo na cesti.
- **Rotacijska opozorilna luč (oranžna)** – obvezna pri vožnji na javnih cestah.

Novi modeli traktorjev uporabljajo **LED tehnologijo**, ki zagotavlja boljšo osvetlitev in nižjo porabo energije.



Elektronski nadzorni sistemi

Sodobni traktorji so opremljeni z naprednimi elektronskimi sistemi, ki izboljšujejo upravljanje in optimizacijo delovanja. Ti sistemi vključujejo:

a) Nadzorna plošča in digitalni prikazovalniki: <https://www.youtube.com/watch?v=tRhAzmp5eU&t=174s>

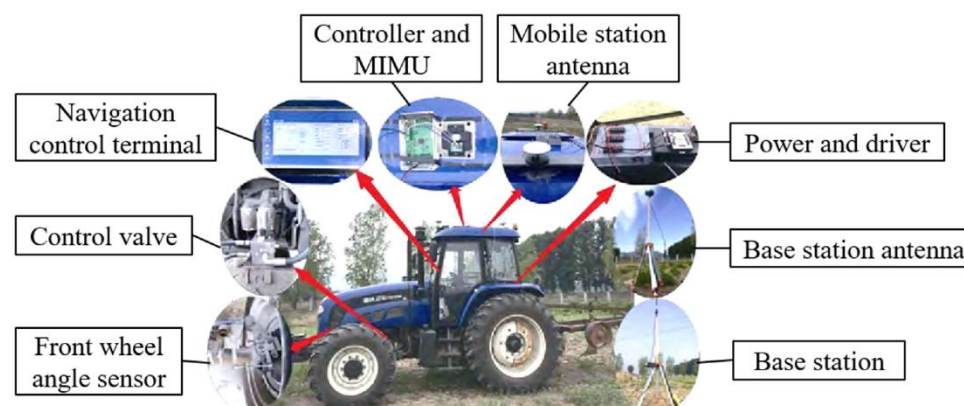
- Vozniku prikazujejo ključne podatke o delovanju traktorja (hitrost, vrtljaji motorja, temperatura motorja, nivo goriva itd.).
- LCD ali LED zasloni nadomeščajo klasične analogne merilnike.

b) Senzorji in nadzor motorja: <https://www.youtube.com/watch?v=dK4mb1yS0dY&t=1447s>

- **Senzor temperature motorja** – preprečuje pregrevanje motorja.
- **Senzor tlaka olja** – signalizira težave z mazalnim sistemom.
- **Senzor goriva** – prikazuje raven goriva v rezervoarju.
- **Senzorji v hidravličnem sistemu** – merijo tlak in delovanje hidravličnih komponent.
- **Merilnik obremenitve** – optimizira delovanje traktorja glede na obremenitev.

c) Elektronsko upravljanje menjalnika in sklopke

- Omogoča gladko prestavljanje brez uporabe mehanske sklopke.
- Avtomatizirani menjalniki (npr. **CVT – brezstopenjski menjalnik**) zmanjšujejo porabo goriva.



Telemetrija in avtomatizacija traktorjev

<https://www.youtube.com/watch?v=T7Os5Okf3OQ&t=178s>

Sodobni traktorji so vse bolj povezani s sistemom **preciznega kmetijstva**, ki vključuje avtomatizacijo in telemetrijo.

a) GPS in navigacijski sistemi

- Omogočajo **avtomatsko vodenje traktorja** in izboljšujejo natančnost pri kmetijskih opravilih.
- **ISOBUS standard** omogoča komunikacijo med traktorjem in priključnimi stroji, kar poenostavi nadzor in optimizira delo.

b) Telemetrija in daljinski nadzor

- Traktorji lahko **v realnem času** pošiljajo podatke o delovanju motorja, porabi goriva in položaju na terenu.
- Senzorji in **IoT (Internet of Things)** omogočajo analizo učinkovitosti in diagnosticiranje napak na daljavo.

c) Avtomatski nadzor obratov in porabe goriva

- Elektronika optimizira delovanje motorja glede na obremenitev, kar zmanjšuje **porabo goriva in emisije CO₂**.
- **Eco Mode** zmanjša hitrost motorja pri lažjih opravilih, da se poveča učinkovitost.

