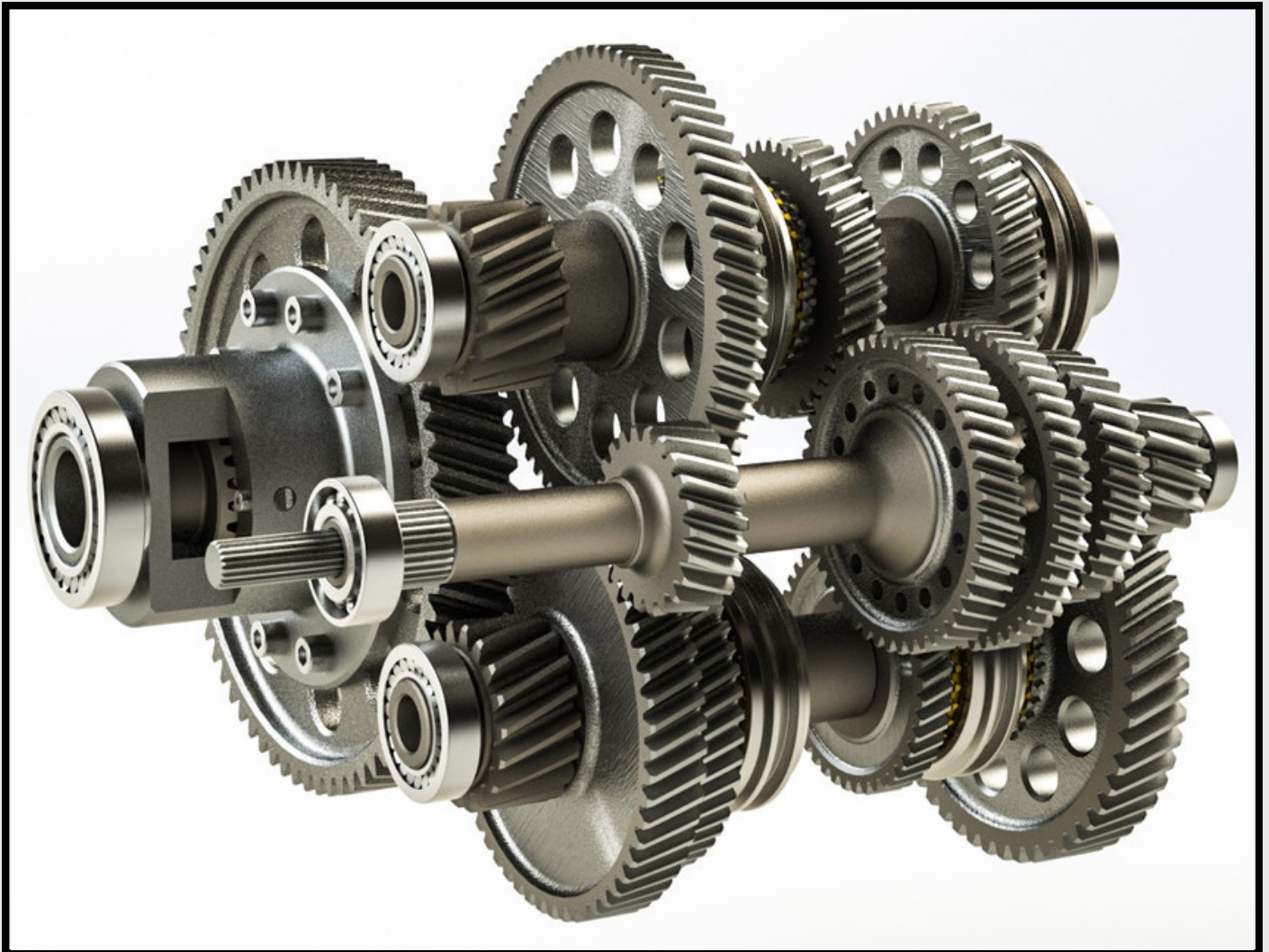


SAU20093[®]

SISTEM TRANSMISI MANUAL



OLEH : ABDUL HAFIZ BIN ABDULL HAMID

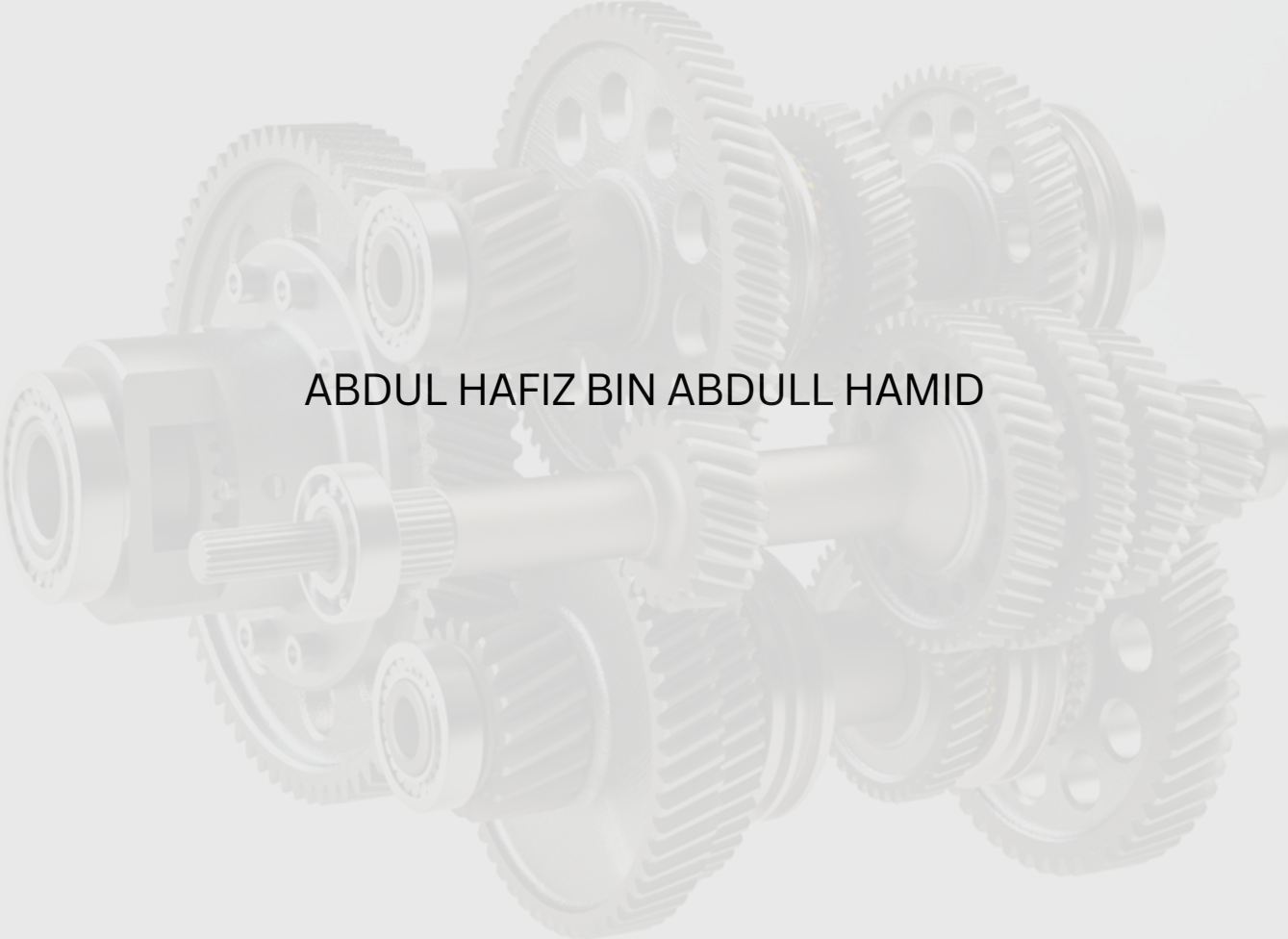
UNIT AUTOMOTIF | KOLEJ KOMUNITI KEPALA BATAS | PULAU PINANG

MODUL SEMESTER 2



SAU 20093

SISTEM TRANSMISI MANUAL



ABDUL HAFIZ BIN ABDULL HAMID

JUN 2024

© SAU20093 SISTEM TRANSMISI MANUAL

PENERBITAN

Cetakan Pertama 2024

© Kolej Komuniti Kepala Batas

Hak Cipta Terpelihara.

Buku ini dibangunkan sebagai rujukan pelajar Kolej Komuniti Kepala Batas khususnya bagi program Teknologi Automotif. Tiada mana-mana bahagian dalam penerbitan ini boleh diterbitkan semula, atau disimpan dalam bentuk yang boleh dipergunakan lagi atau dipinda dalam mana-mana cara, dalam apa jua bentuk atau dengan apa cara sekalipun tanpa kebenaran secara bertulis serta mendapat keizinan penulis daripada Kolej Komuniti Kepala Batas.

Buku ini hanya diterbitkan sekali sahaja

e-ISBN :

Diterbitkan oleh :

Unit Automotif

Kolej Komuniti Kepala Batas

No. 87, Lorong Bertam Indah 1, Taman Bertam Indah,

13200 Kepala Batas, Pulau Pinang.

Tel. : 04-5792300

Faks. : 04-5759300

ISI KANDUNGAN

PRAKATA

iv

SISTEM KLAC

01

JENIS KAWALAN KLAC

02

KOMPONEN PEPASANGAN KLAC

08

KENDALIAN SISTEM KLAC

13

TRANSMISI MANUAL

15

JENIS GEAR DALAM TRANSMISI MANUAL

18

NISBAH GEAR (GEAR RATIO)

22

SYNCHRONIZER

24

KAWALAN TRANSMISI (TYPES OF CONTROL)

26

SUSUNATUR TRANSMISI (TYPES OF LAYOUT)

29

ALIRAN KUASA (POWER FLOW)

33

PRAKATA

Alhamdulillah, dengan izin Allah S.W.T, buku *SAU 20093 Sistem Transmisi Manual* ini berjaya diterbitkan sebagai panduan komprehensif mengenai sistem transmisi manual. Buku ini ditulis dengan tujuan untuk memberikan pemahaman mendalam tentang konsep dan mekanisme di sebalik sistem transmisi manual, yang masih memainkan peranan penting dalam industri automotif pada hari ini.

Saya berharap buku ini dapat menjadi rujukan berguna kepada pelajar jurusan kemahiran khususnya pelajar Kolej Komuniti, dan semua individu yang berminat dalam bidang teknologi automotif. Melalui penerangan konsep asas yang mudah dan diagram yang jelas, saya berusaha untuk menjadikan pembelajaran yang kompleks lebih mudah untuk difahami.

Saya juga ingin merakamkan penghargaan kepada semua yang telah menyumbang dalam penyusunan buku ini, sama ada secara langsung atau tidak langsung. Tanpa sokongan dan bantuan anda semua, penyusunan buku ini tidak mungkin dapat direalisasikan.

Semoga buku ini dapat memberikan manfaat dan meningkatkan pengetahuan semua yang membacanya.

Selamat membaca dan teruskan meneroka dunia automotif!

ABDUL HAFIZ BIN ABDULL HAMID

SISTEM KLAC

TUJUAN DAN FUNGSI KLAC



Lokasi : Pemasangan klac terletak di kawasan antara enjin dan *transmission* / *transaxle*.

Tujuan dan fungsi pemasangan klac termasuk berikut :

- Untuk memutuskan penghantaran kuasa enjin ke *transmission* / *transaxle* bagi membenarkan enjin kekal hidup apabila kenderaan berhenti dan membenarkan penukaran gear dilakukan.
- Menyambung dan menghantar daya kilas (*torque*) enjin ke *transmission* / *transaxle*.

- Untuk meredam dan menyerap denyutan enjin dan getaran *drivetrain*.
- Untuk menyediakan satu proses sambungan dan pemisahan lancar antara enjin dengan *transmission* / *transaxle*.

NOTA: Istilah ***transmission*** merujuk kepada transmisi kenderaan pacuan roda belakang dan istilah ***transaxle*** merujuk kepada transmisi kenderaan pacuan roda hadapan yang mempunyai *differential* dalam unit transmisi. Satu *differential* yang berasingan digunakan dengan *transmission*.

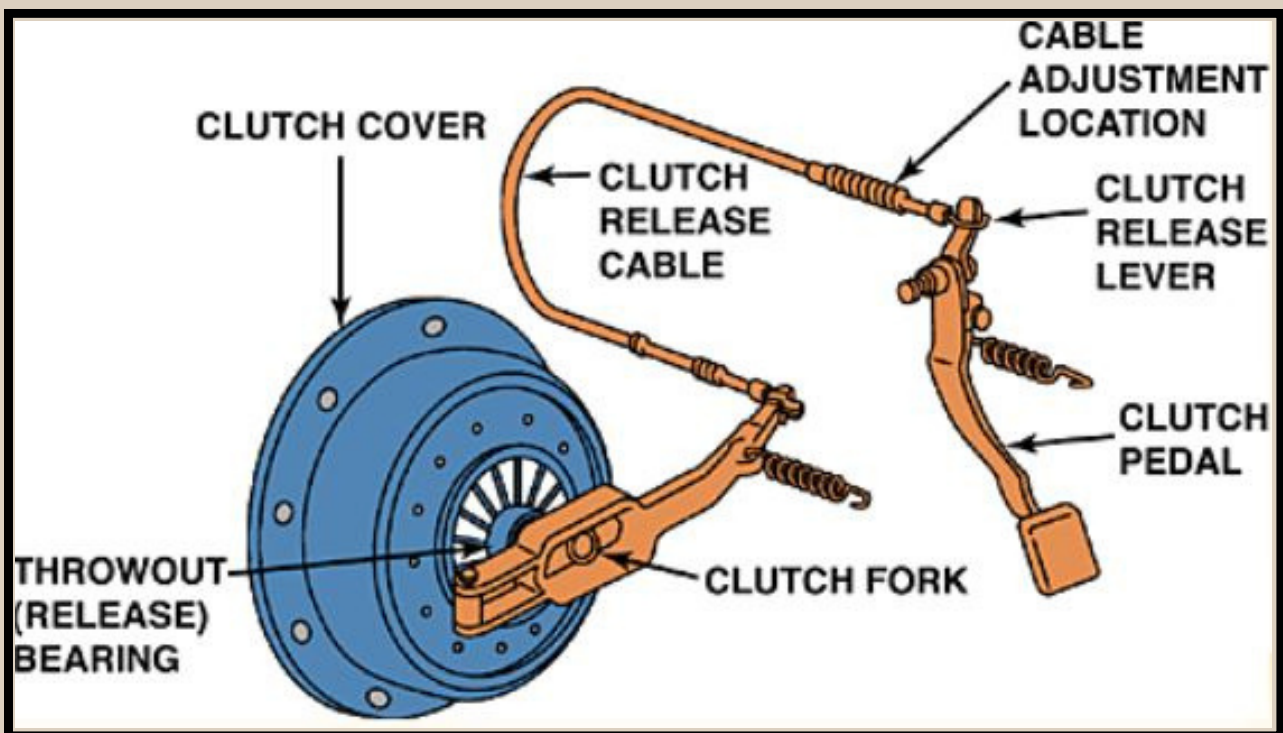


JENIS KAWALAN KLAC

1. LEVERS AND RODS

Melalui siri gabungan *levers* dan *rods*, *release fork* didesak ke atas *throwout bearing*. Kaedah ini biasanya digunakan pada kenderaan lama.

2. CABLE OPERATION SISTEM KLAC MEKANIKAL



Kabel digunakan sama seperti kabel brek yang digunakan pada basikal.

SISTEM KLAC MEKANIKAL

Terdiri daripada :

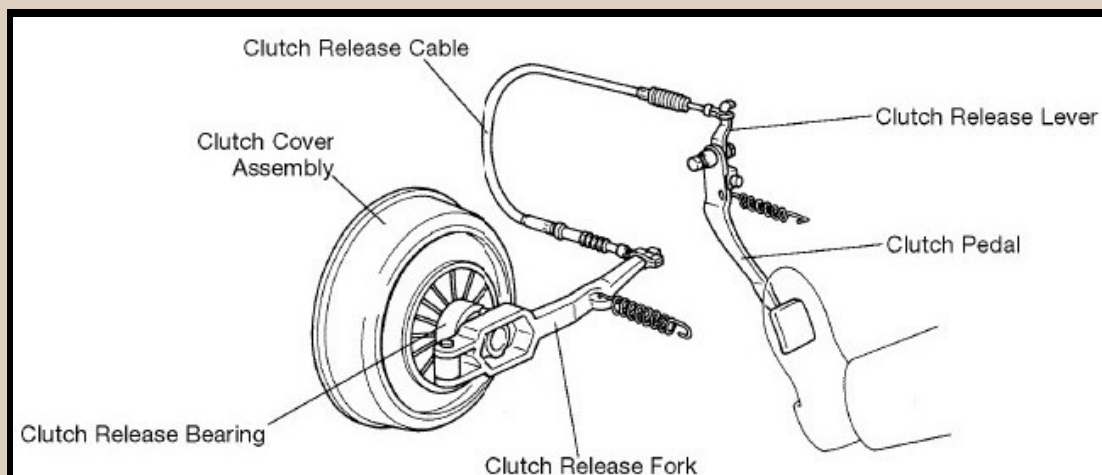
- Pedal klac dan *release lever*
- *Clutch release cable*
- *Release fork*
- *Release bearing*



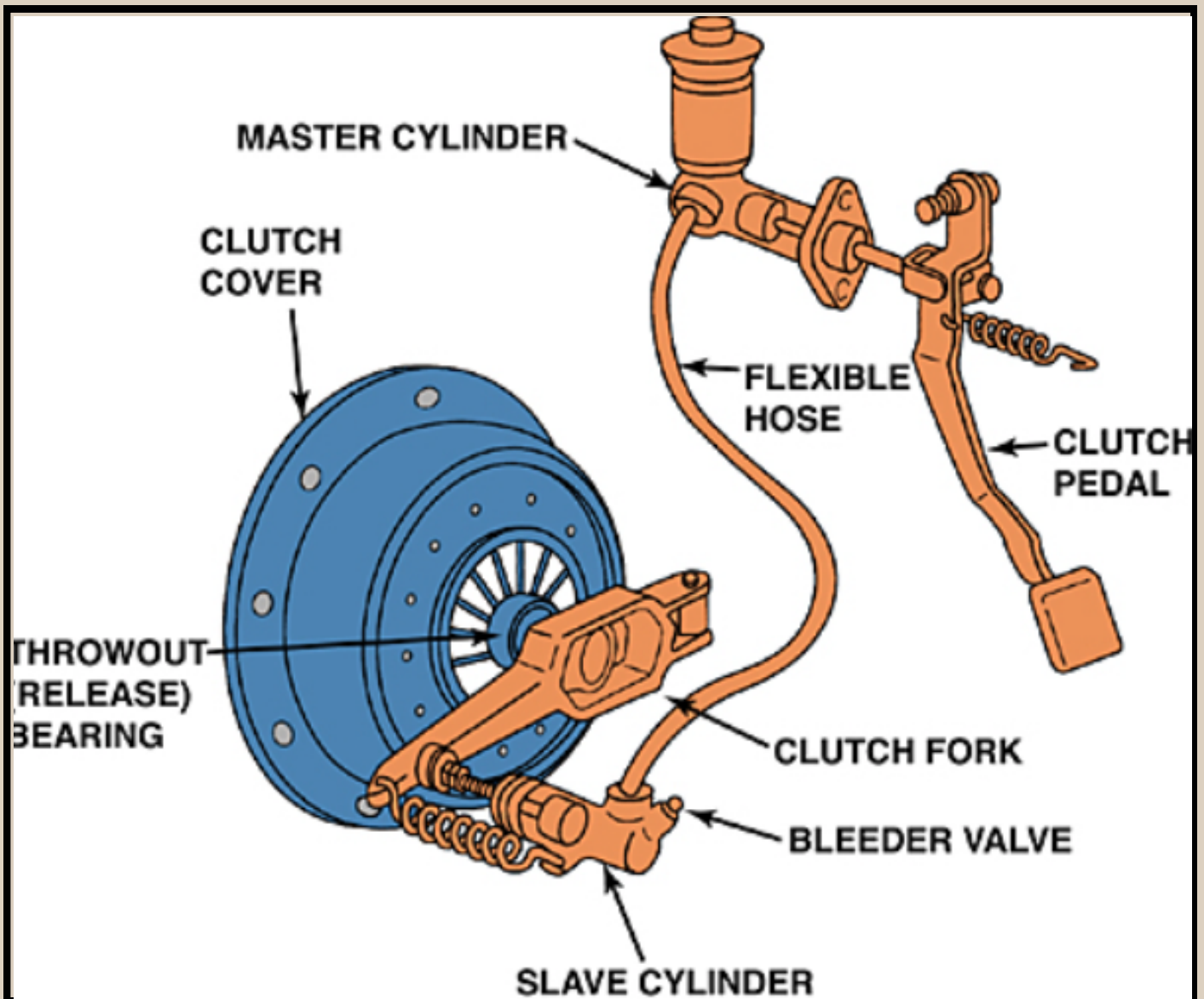
Pedal klac disambungkan secara mekanikal ke ***release fork*** melalui satu kabel. *Freeplay* pedal klac ditentukan oleh jarak kelegaan antara ***release bearing*** dan jejari *diaphragm spring*.

Dalam sistem mekanikal, kehausan *clutch disc* menyebabkan jejari *diaphragm spring* untuk bergerak lebih dekat dengan *release bearing*, yang mengurangkan *freeplay*. Ketika kehausan normal *clutch disc* berlaku secara berterusan, klac mungkin mula tergelincir apabila tiada *freeplay*.

Masalah *freeplay* boleh diselesaikan dengan melaras panjang ***clutch release cable***. Memendekkan *clutch release cable* akan meningkatkan *freeplay* pedal klac.



3. HYDRAULIC SISTEM KLAC HIDRAULIK



Satu **master cylinder** dan satu **slave cylinder**, yang berhampiran dengan **throwout bearing**, adalah kaedah yang kebiasaannya digunakan bagi sambungan pedal klac ke **release fork** bagi kenderaan yang dilengkapi dengan transmisi manual.

SISTEM KLAC HIDRAULIK

Terdiri daripada 3 komponen utama:

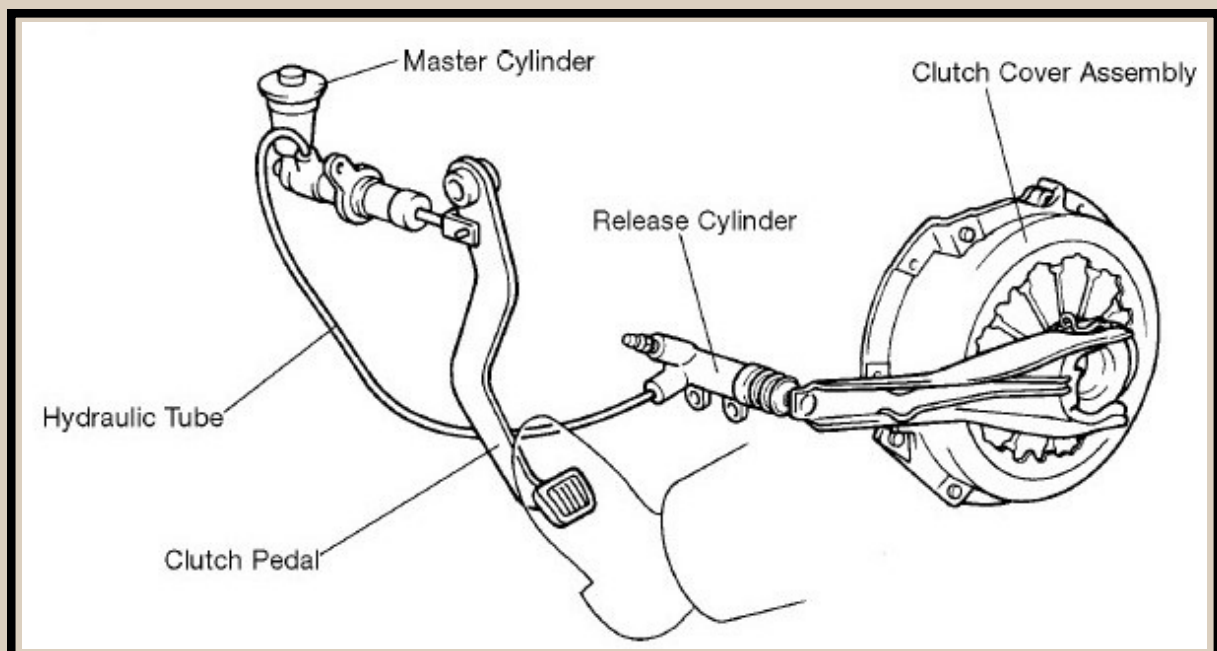
- **Master cylinder**
- **Release cylinder / slave cylinder**
- **Pedal klac**



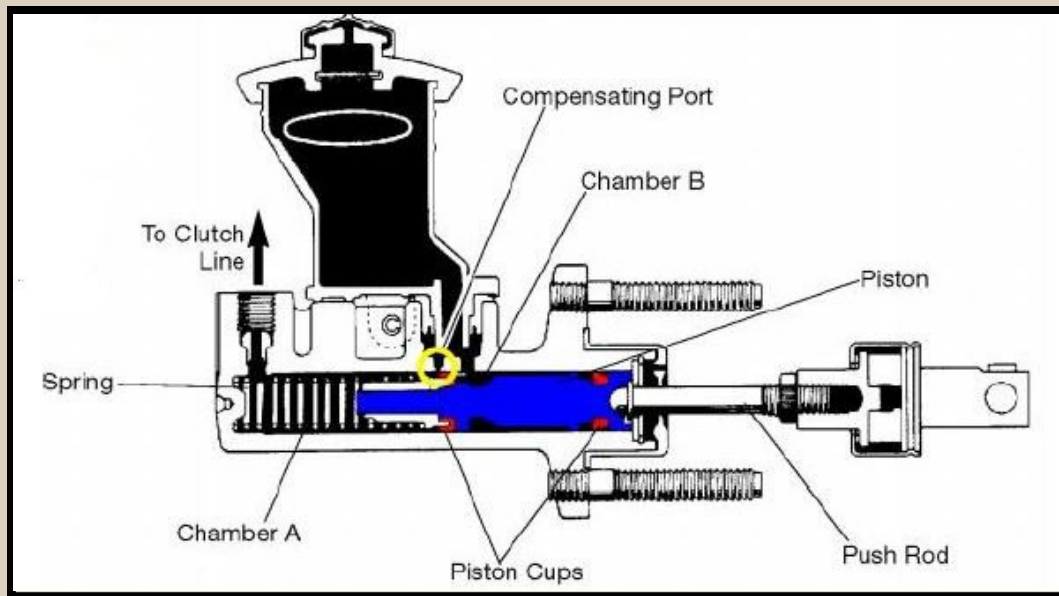
Master cylinder menyimpan bendalir hidraulik di dalam takungan dan menghasilkan tekanan bagi pengoperasian sistem.

Apabila **pedal klac** berada dalam keadaan ditekan, tekanan akan terbina dalam **master cylinder** seterusnya memaksa bendalir masuk ke **release cylinder / slave cylinder**, yang menyebabkan *release fork* klac bergerak.

Release fork dan *release bearing* menekan *diaphragm spring* pada *clutch cover assembly* untuk melepaskan *clutch disc*.



MASTER CYLINDER



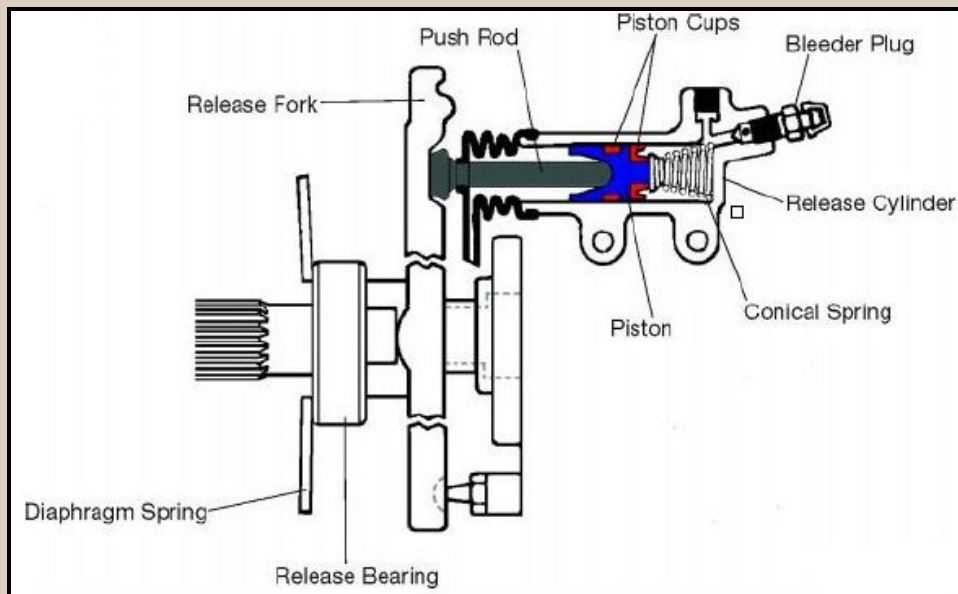
Apabila daya dikenakan pada **pushrod**, piston akan menyasarkan bendalir hidraulik ke dalam ruang **chamber** pada **master cylinder**.

Di awal pergerakan piston, **compensating port** dalam **master cylinder** tertutup oleh piston. Pergerakan piston selanjutnya membolehkan bendalir disasarkan, lalu menghantar daya melalui **clutch line** atau hos ke **release cylinder** yang terletak pada transmisi.

Apabila **pushrod** dilepaskan, piston akan dikembalikan ke kedudukan asalnya oleh spring. Dengan **compensating port** terbuka, tekanan dalam ruang **chamber** akan sama dengan tekanan di **reservoir**. Jika **compensating port** tersekat, sebarang pengembangan bendalir akibat haba boleh menyebabkan tekanan dalam ruang **chamber** meningkat.

Dalam keadaan normal kehausan klac, keadaan ini boleh menyebabkan klac tergelincir.

RELEASE CYLINDER/ SLAVE CYLINDER

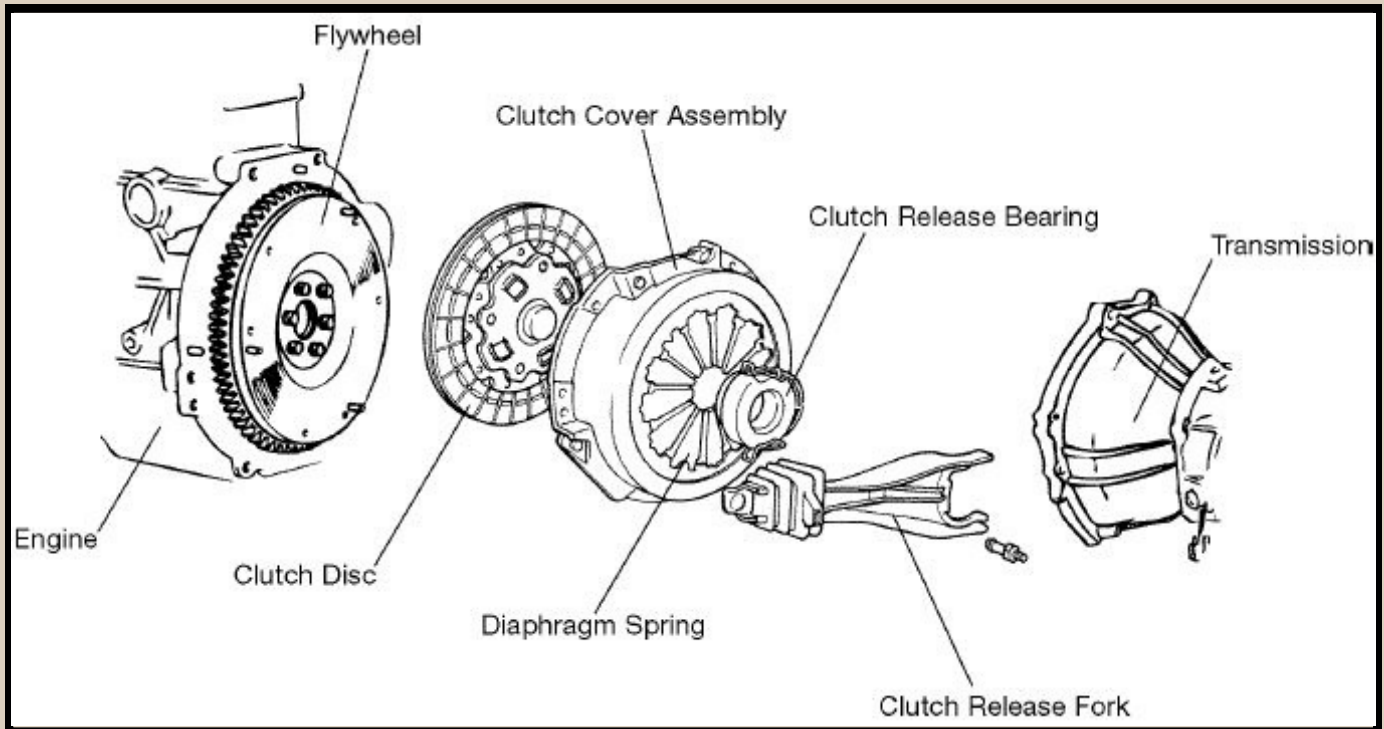


Apabila **master cylinder** mengarahkan bendalir ke **release cylinder** , piston dalam *release cylinder* akan menggerakkan **pushrod** keluar menolak **release fork**. Disebabkan **release bearing** bersambung kepada *release fork*, daya dihantar ke **diaphragm spring** pada **clutch cover assembly**. *Clutch disc* kemudiannya dilepaskan.

Apabila pedal klac dilepaskan, *diaphragm spring* menggerakkan **pushrod** dan piston kembali ke **bore release cylinder**. *Conical spring* dikerahkan untuk menekan *release fork*. Jadi, *release bearing* akan terus bersentuhan dengan *diaphragm spring*.

Disebabkan tiada *freeplay*, jadi tidak ada keperluan untuk pelarasan di mana kehausan klac akan menyebabkan *diaphragm spring* memaksa *pushrod* masuk lebih jauh ke dalam *bore release cylinder*. Sebarang bendalir yang disesarkan oleh piston akan ditolak ke dalam **reservoir master cylinder**. **Bleeder screw** digunakan untuk mengeluarkan udara daripada sistem.

KOMPONEN PEPASANGAN KLAC



Pemasangan klac memutuskan aliran kuasa antara enjin dan transmisi apabila kenderaan dihentikan dengan enjin hidup dan apabila menukar gear. Pemasangan klac terdiri daripada komponen yang berikut :

- **Clutch disc**
- **Flywheel**
- **Pressure plate / Clutch cover assembly**
- **Clutch release bearing**
- **Clutch release fork**



Clutch disc disambungkan ke *input shaft* transmisi, di mana **cluth disc** terletak di antara **flywheel** dengan **pressure plate**.

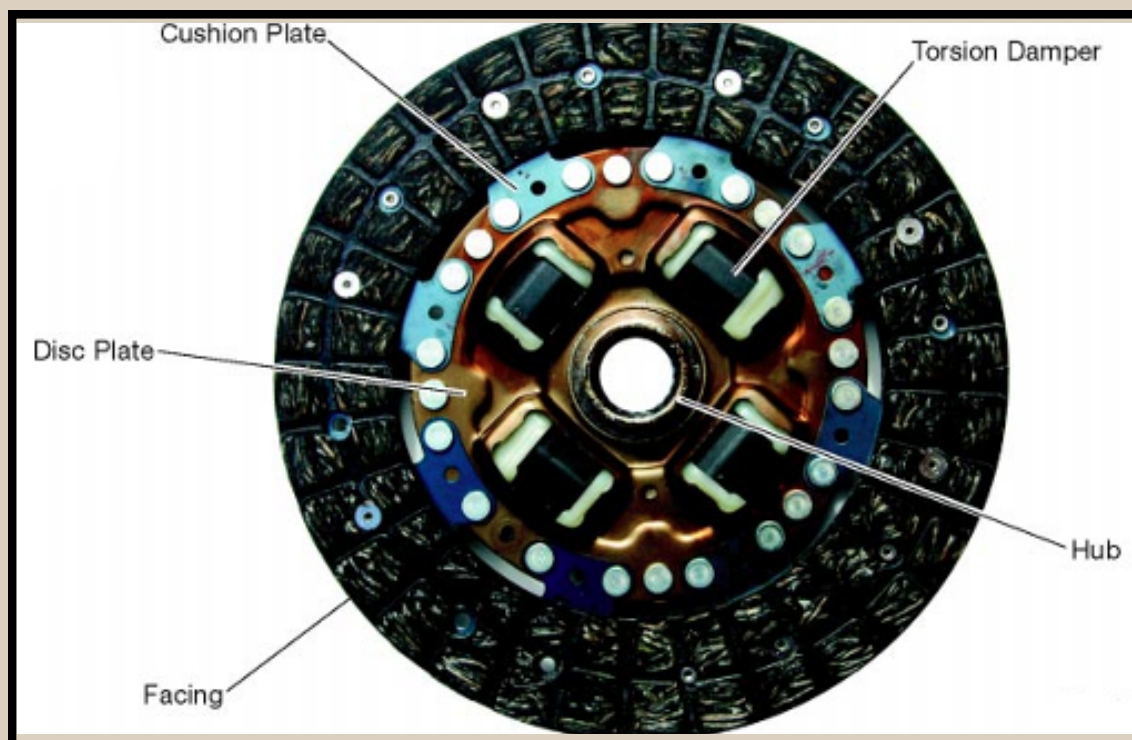
Flywheel disambungkan ke *crankshaft* enjin dan **clutch cover assembly** pula dipasang pada **flywheel**.

Clutch release fork menekan **clutch release bearing** terhadap **diaphragm spring** pada **clutch cover assembly**.

1. CLUTCH DISC

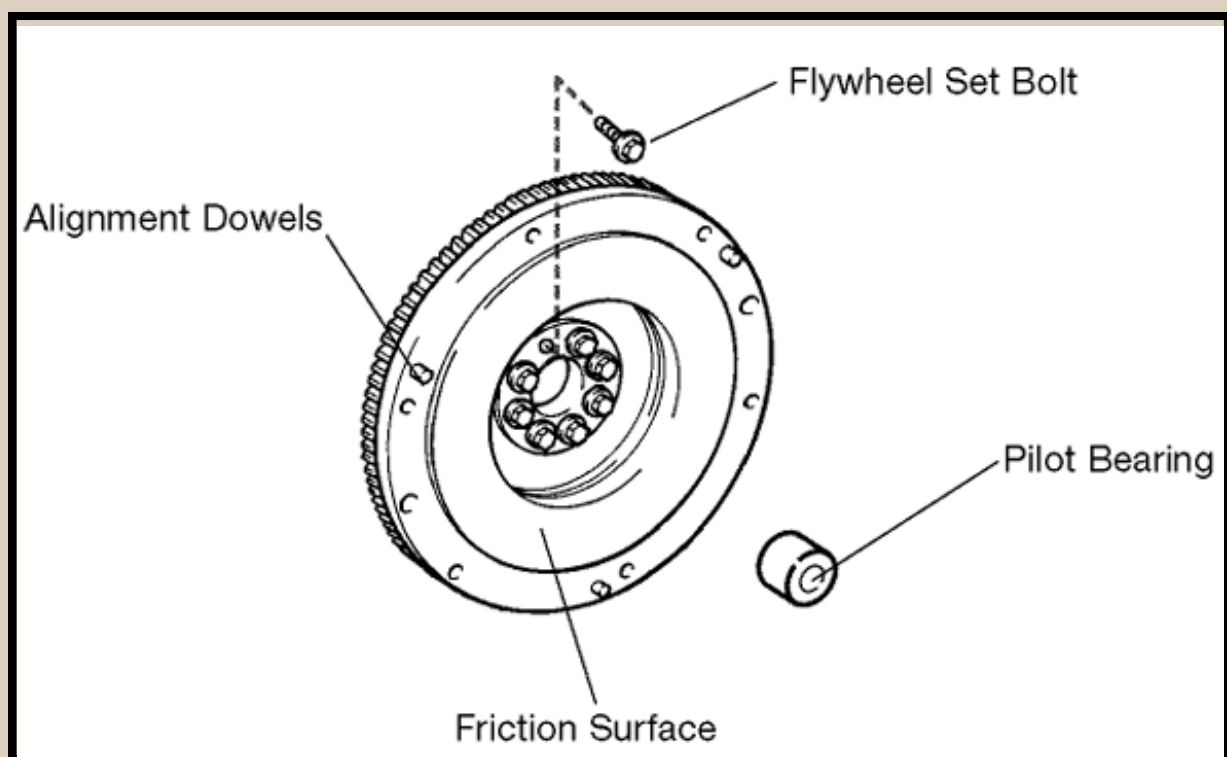
Clutch disc ialah komponen yang menjadi penghubung antara enjin dan transmisi. *Clutch disc* menyediakan kawasan permukaan besar yang diperbuat daripada bahan geseran pada kedua-dua belah permukaannya.

Di bahagian tengah, **torsion damper** menyerap getaran dari daya kilas. Kawasan permukaan geseran diikat pada **cushion plate** pada kedua-dua sisinya sama seperti komposisi *brake pad*. *Cushion plate* mempunyai reka bentuk bergelombang yang membolehkan permukaannya termampat apabila *pressure plate* disambungkan. Ini menyediakan penyambungan yang lancar antara enjin dan transmisi.



2. FLYWHEEL

Flywheel disambungkan ke *crankshaft* enjin. **Flywheel** adalah sama bentuk seperti rotor brek. Ia adalah cakera logam yang besar menyimpan dan membebaskan getaran daripada *crankshaft*. Ia memacu klac dengan menyediakan permukaan geseran untuk *clutch disc*. Sebagai tambahan, **flywheel** menyediakan permukaan pelekap untuk penutup klac, dan juga menghilangkan haba.

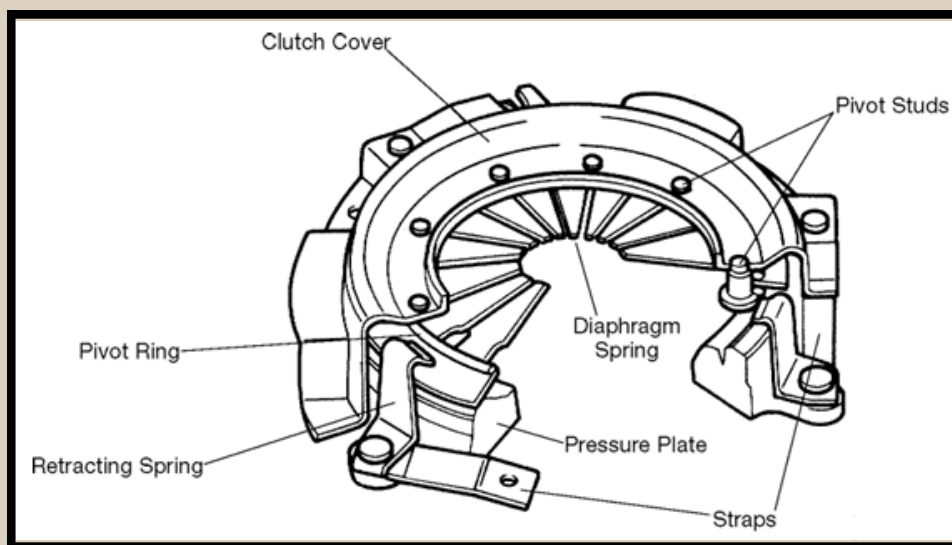


Flywheel enjin mempunyai empat tujuan asas:

- Memindah dan meredam getaran yang terhasil dari kuasa enjin.
- Menyerap sebahagian haba yang dihasilkan oleh operasi klac.
- Menyediakan titik sambungan untuk motor penghidup (*starter*) untuk menghidupkan enjin.
- Menyediakan permukaan cengkaman untuk *clutch disc*.

3. PRESSURE PLATE / CLUTCH COVER ASSEMBLY

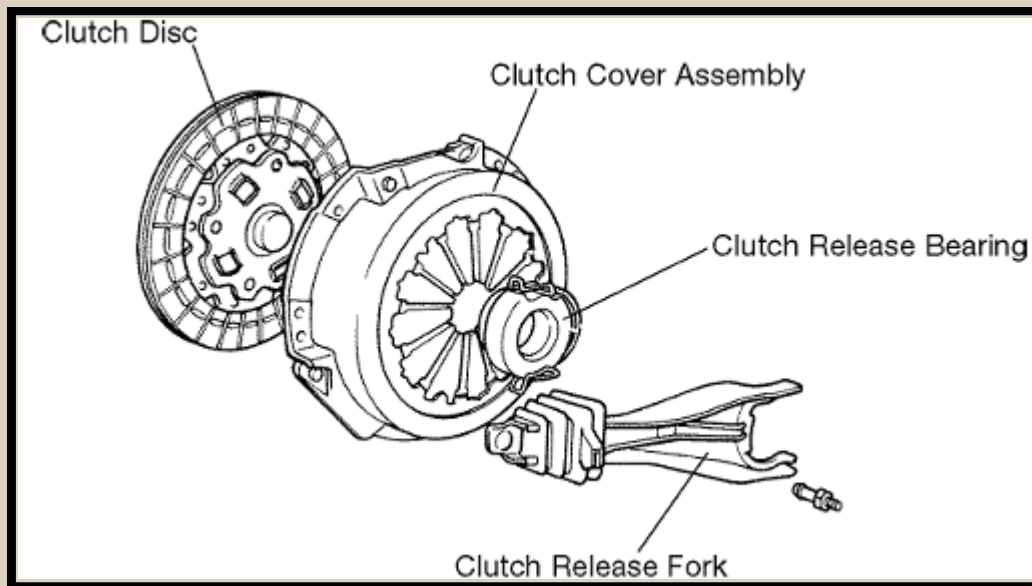
Clutch cover assembly dikunci pada *flywheel* dan menyediakan tekanan yang diperlukan untuk memegang *clutch disc* pada *flywheel* untuk penghantaran kuasa yang sempurna. Adalah penting untuk pemasangan itu seimbang dan mampu membebaskan haba yang terhasil apabila *clutch disc* bersambung.



Diaphragm spring ialah spring bulat berbentuk kon yang memberikan daya pengapit terhadap **pressure plate**. **Pivot rings** dipasang pada kedua-dua belah *diaphragm spring*. Ia berfungsi sebagai satu titik pivot apabila *release bearing* menekan ke arah *diaphragm spring*. **Pivot studs** mengunci *diaphragm spring* ke **clutch cover**. **Retracting spring** tersambung antara *diaphragm spring* dan *pressure plate*. **Straps** memegang *pressure plate* pada *clutch cover* supaya *pressure plate* tidak terkeluar dari kedudukannya. Bila *release bearing* ditolak terhadap *diaphragm spring*, spring tertekan ke dalam dan *pressure plate* bergerak menjauhi *clutch disc*.

4. CLUTCH RELEASE BEARING & CLUTCH RELEASE FORK

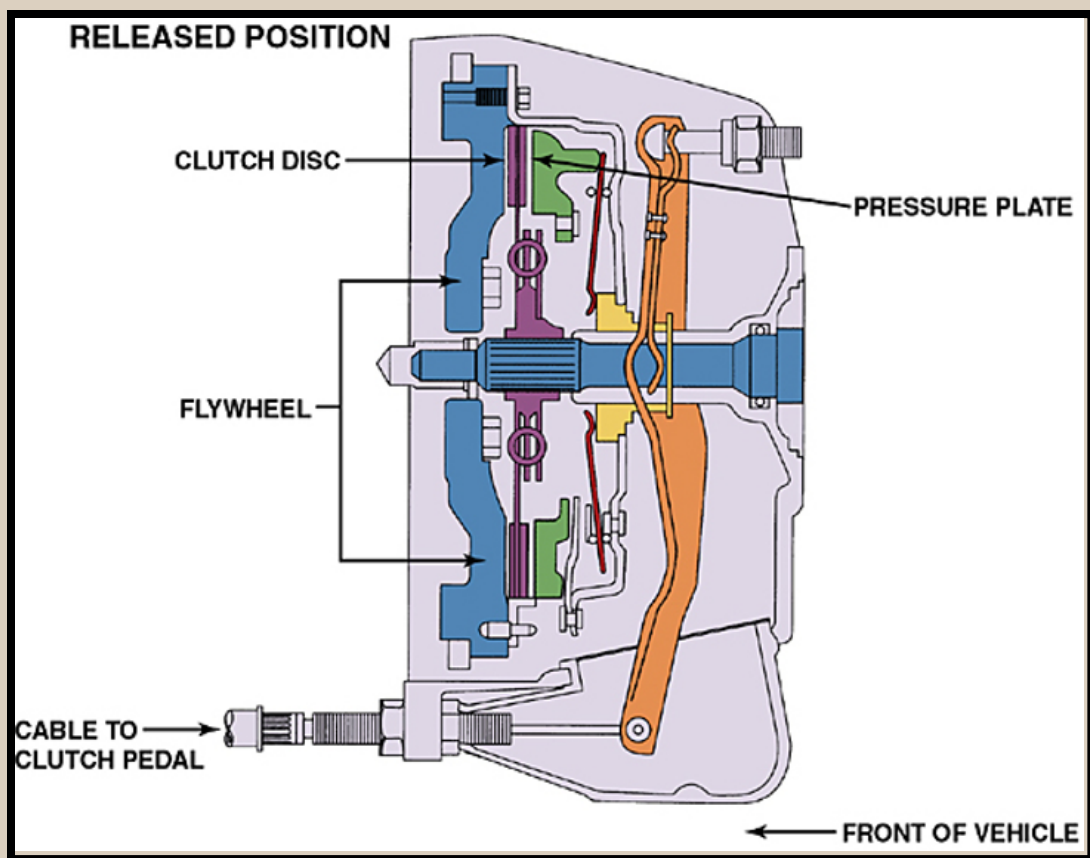
Tujuan **clutch release bearing** adalah untuk memindahkan pergerakan **clutch release fork** ke arah *diaphragm spring* pada *clutch cover* untuk melepaskan *clutch disc*.



Clutch release bearing dengan perumahnya dipasang ke *clutch release fork*. *Clutch release bearing* menggelongsor pada *front bearing retainer* transmisi. Apabila pedal klac ditekan, *clutch release fork* menggerakkan *clutch release bearing* ke arah *diaphragm spring* pada *clutch cover*. Apabila *clutch release bearing* bersentuhan dengan *diaphragm spring* yang berputar, perumah *clutch release bearing* akan mula berputar. Perumah ini diperbuat daripada aloi sintetik untuk mengurangkan kehausan dan bunyi semasa bersentuhan. Ketika *clutch release fork* terus menekan *clutch release bearing* kepada *clutch cover*, tekanan yang dikenakan pada *clutch disc* akan dilepaskan. *Clutch release bearing* sentiasa bersentuhan dengan *diaphragm spring*. Perumah *clutch release bearing* pula sentiasa berputar dengan *clutch cover*.

KENDALIAN SISTEM KLAC

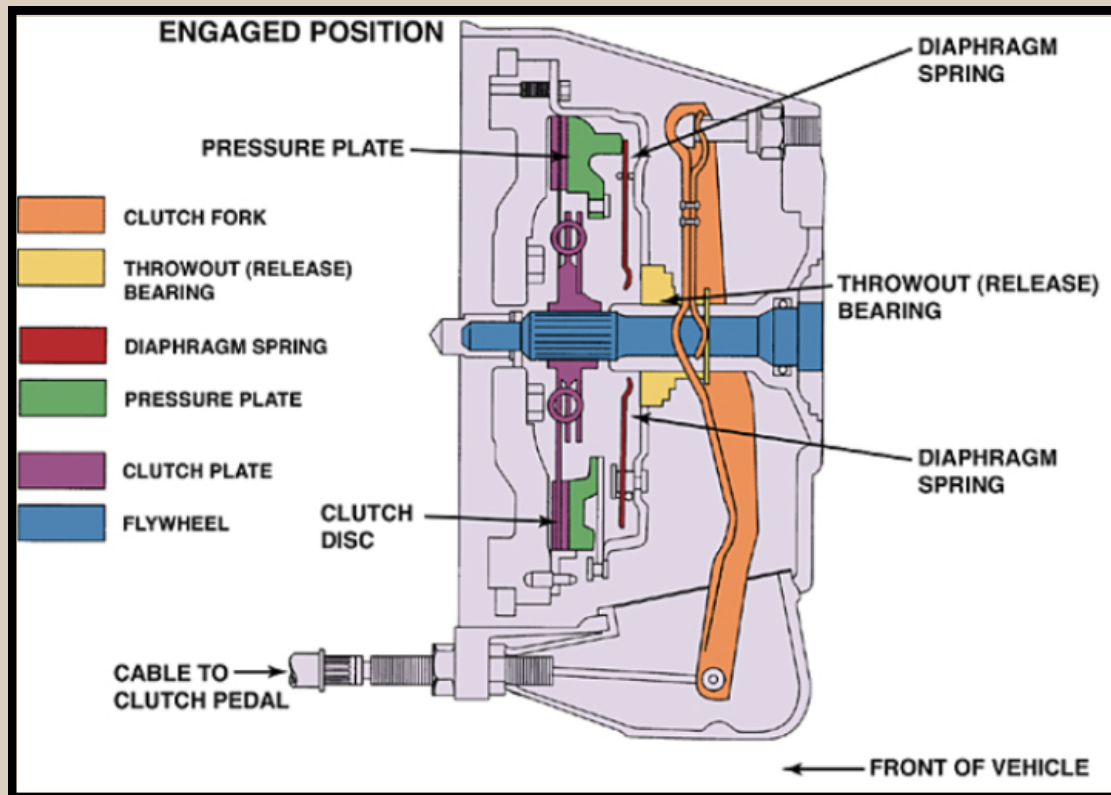
DISENGAGED POSITION (PEDAL KLAC DITEKAN)



Bila daya dikenakan pada pusat **pressure plate**, tekanan dilepaskan dari **clutch disc** yang ditekan terhadap **flywheel** mesin. Dengan tekanan dibebaskan dari **clutch disc**, mesin boleh dikendalikan tanpa memindahkan daya kilas bagi **transmission / transaxle**.

Bila pemandu mengurangkan tekanan di pedal klac, **pedal return spring** dan **diaphragm spring** bergabung untuk mengembalikan pedal klac ke kedudukan bebas (**clutch-engaged position**).

ENGAGED POSITION (PEDAL KLAC DILEPAS)



Bila pedal klac dilepas, tekanan pada **throwout bearing** dilepaskan dan daya terhadap **diaphragm spring** juga dibebaskan bagi membenarkan daya **pressure plate** untuk mencengkam klac dengan kuat antara **flywheel dan pressure plate**.

Ringkasnya:

- Bila pedal klac dilepas, klac dicengkam.
- Bila pedal klac ditekan, klac dilepaskan.



TRANSMISI MANUAL

KEPERLUAN DAN FUNGSI TRANSMISI



Kendaraan memerlukan daya kilas (*torque*) yang tinggi ketika untuk dihidupkan dan juga ketika mendaki bukit, namun ia tidak memerlukan *torque* yang banyak untuk bergerak di atas permukaan mendatar. *Torque* ialah daya kilas atau daya putar yang dikenakan pada *input shaft* transmisi.

Enjin menghasilkan *torque* yang semakin meningkat apabila kelajuannya meningkat sehingga satu titik tertentu di mana output *torque* akan mula berkurangan.

Bagi membolehkan kendaraan bergerak atau mendaki bukit, wajar digunakan transmisi yang membolehkan kelajuan enjin dapat ditingkatkan walaupun kelajuan kendaraan mungkin rendah.

Penggunaan gear dapat membenarkan kelajuan enjin boleh ditingkatkan walaupun pada ketika kelajuan kendaraan yang rendah selain membenarkan kelajuan enjin boleh diturunkan ketika kelajuan kendaraan yang tinggi untuk menjimatkan bahan api dan mengurangkan pelepasan hasil bahan bakar.

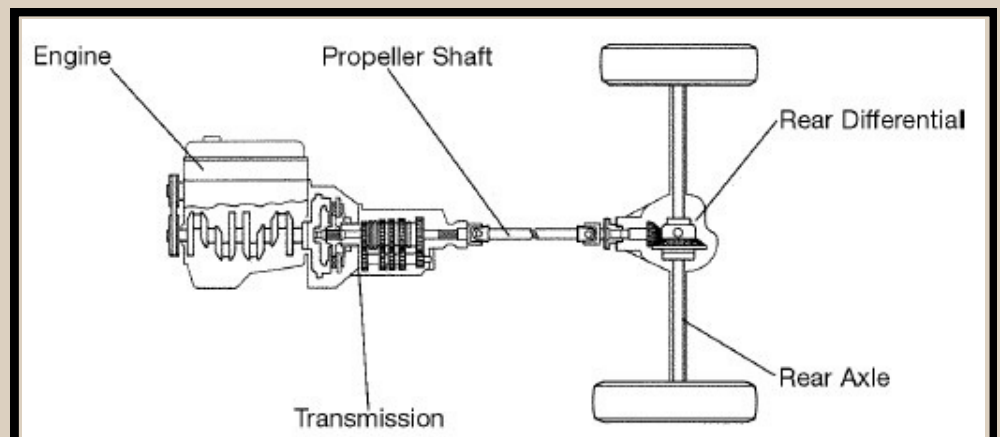
PENGHANTARAN KUASA (DRIVETRAIN)

Tenaga yang dihasilkan oleh enjin dihantar ke roda melalui sistem penghantaran kuasa (**drivetrain**). Komponen yang membentuk rangkaian sistem penghantaran kuasa termasuk ialah sistem klac, transmisi, *propellar shaft*, *differential* dan gandar (*axles*). **Drivetrain** membolehkan pemandu mengawal aliran kuasa menggunakan daya kilas enjin dan membolehkan kenderaan bergerak dari keadaan berhenti kepada keadaan pecutan sambil mengekalkan kecekapan kelajuan enjin pada tahap yang efisien.

Drivetrain kenderaan boleh menghantar kuasa enjin sama ada ke roda belakang atau ke roda hadapan mahupun ke keempat-empat roda. Jika *drivetrain* menghantar kuasa ke roda belakang, ia dirujuk sebagai **Front Engine Rear Drive (FR)**. Apabila **drivetrain** menghantar kuasa ke roda hadapan, ia dinamakan **Front Engine Front Drive (FF)**. dan bila *drivetrain* menghantar kuasa kepada semua roda, ia dikenali sebagai **Four Wheel Drive (4WD)**.

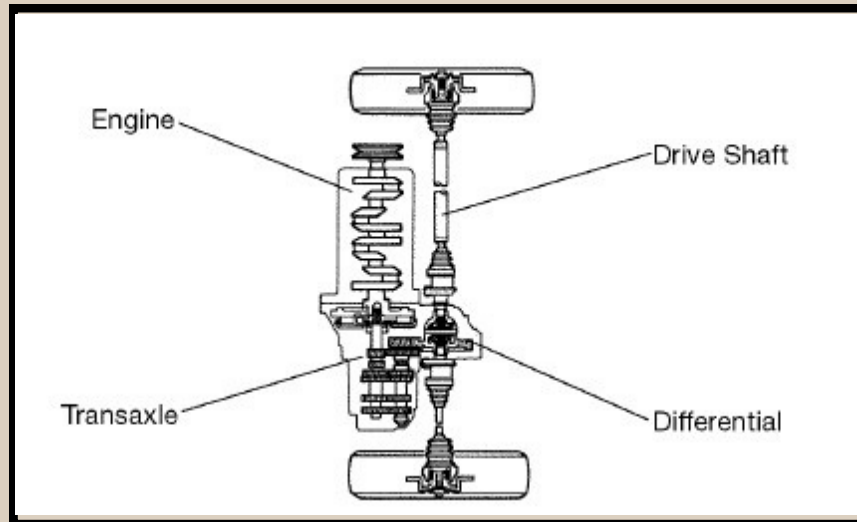
- **Front Engine Rear Drive (FR) Drivetrain**

Front Engine Rear Drive(FR) drivetrain menghantar kuasa dari enjin hadapan ke roda belakang melalui transmisi pacuan belakang (**transmission**) dan **rear differential**.



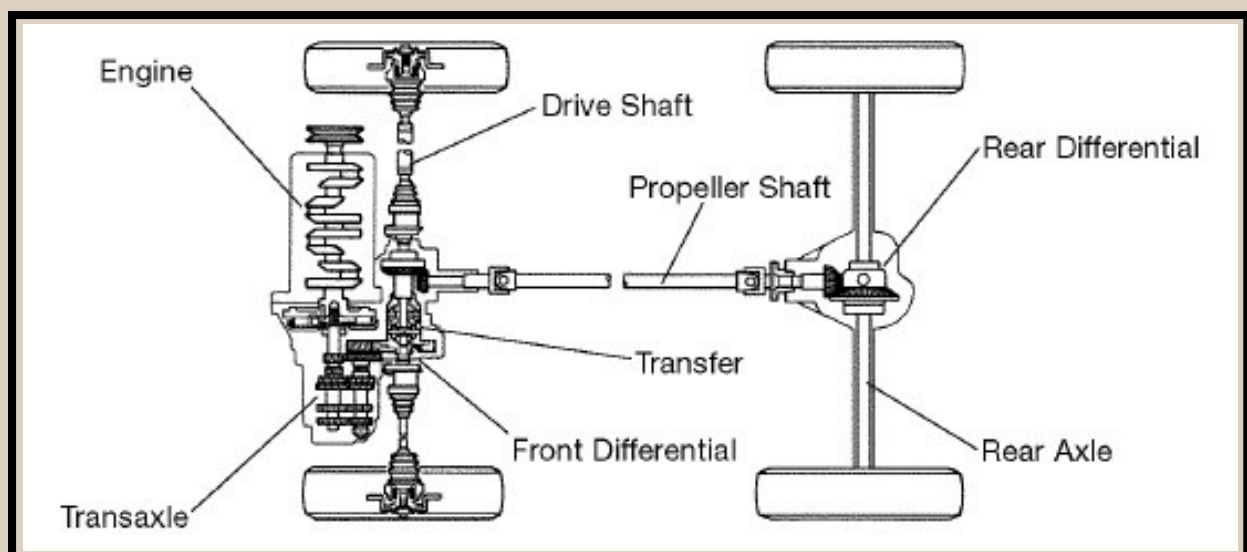
- **Front Engine Front Drive (FF) Drivetrain**

Front Engine Front Drive (FR) drivetrain menghantar kuasa dari enjin hadapan ke roda hadapan melalui transmisi pacuan hadapan (**transaxle**) dan **differential**. (Konsep konfigurasi ini mirip bagi **Rear Engine Rear Drive (FR) drivetrain**)



- **Four Wheel Drive (4WD) Drivetrain**

Four Wheel Drive (4WD) drivetrain menghantar kuasa dari enjin sama ada melalui **transaxle** ke roda hadapan serta unit **transfer** dan **rear differential** ke roda belakang atau; melalui **transmission** ke **rear differential** and roda belakang serta unit **transfer** ke **front differential** dan roda hadapan.



JENIS GEAR DALAM TRANSMISI MANUAL

Gear memindahkan kuasa enjin dari **input shaft** ke **output shaft** melalui rangkaian **counter shaft**. Kebiasaannya terdapat lima gear hadapan dan satu gear undur. Hanya satu gear sahaja disambungkan pada satu masa.

Ciri-ciri umum sebuah gear :

1. Berbentuk bulat
2. Bergigi
3. Berpasangan (*mesh*)



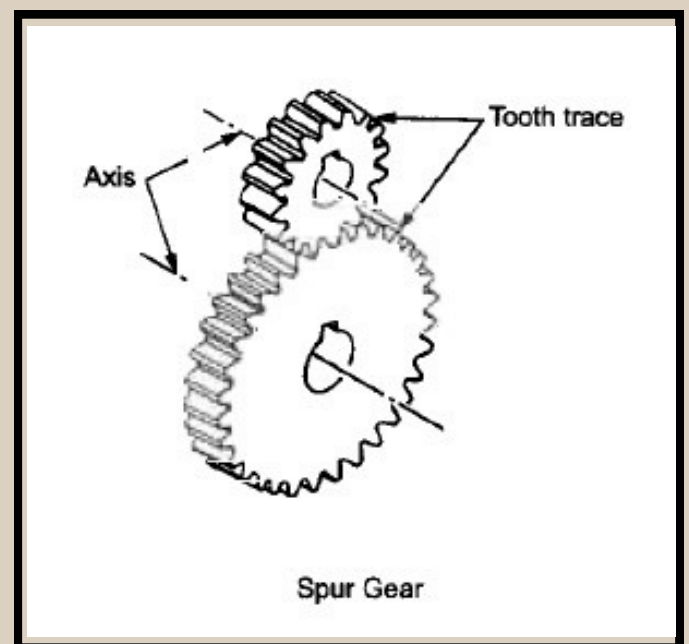
1. SPUR GEAR (EXTERNAL GEAR TYPE)

Jenis gear yang paling mudah ialah **spur gear** (gear taji), dengan gigi potongan lurus di sekeliling lilitannya. Semua gigi gear terletak selari dengan garis tengah atau paksi gear. Gigi dibentuk supaya ia boleh bercantum tanpa gelincir dengan **spur gear** kedua yang terletak di sepanjang paksi selari.

- Penggunaan : Reverse Gear

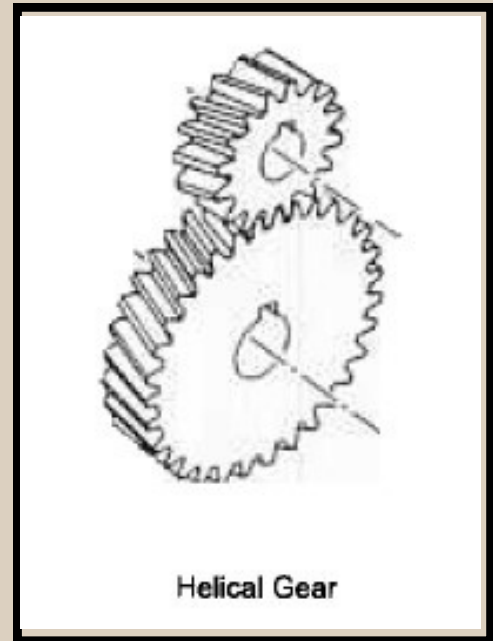
> Transaxle - *R input*,
- *R intermediate*

> Transmission - *R main*,
- *R counter*



2. HELICAL GEAR (EXTERNAL GEAR TYPE)

Helical gear (gear heliks), walaupun serupa dengan **spur gear**, giginya dipotong pada sudut ke paksi gear. Ini membolehkan lebih banyak gigi, 2.5 hingga 3.5, bercantum pada satu masa daripada **spur gear**. Sudut itu membolehkan gigi bertaut secara beransur, bukannya sekaligus. Hasilnya, gear heliks berputar lebih senyap berbanding **spur gear**. Setiap **helical gear** menolak acinya selari dengan paksinya.

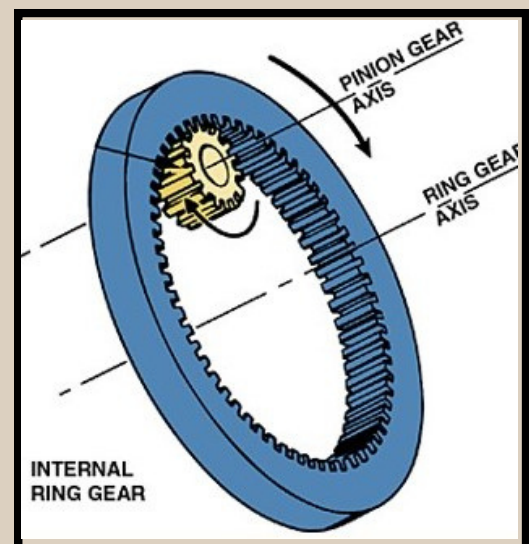


- Penggunaan : **Speed Gear**
 - > Transaxle & Transmission
 - G1, G2, G3, G4, G5
 - C1, C2, C3, C4, C5

3. RING GEAR (INTERNAL GEAR TYPE)

Gear yang mempunyai gigi di sepanjang lilitan dalam dipanggil **internal ring gear**.

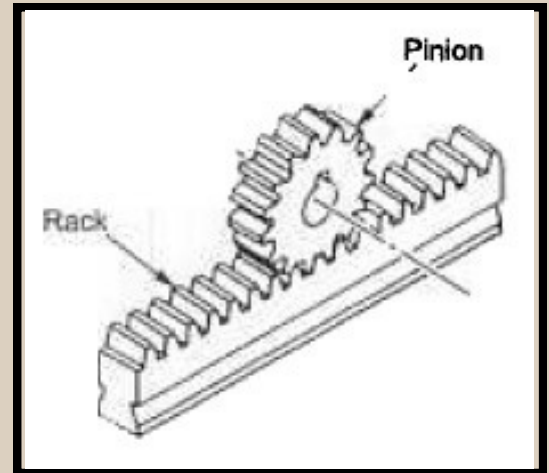
- Penggunaan : **Synchronizer Sleeve**
 - S12, S34, S5



4. PINION GEAR (EXTERNAL GEAR TYPE)

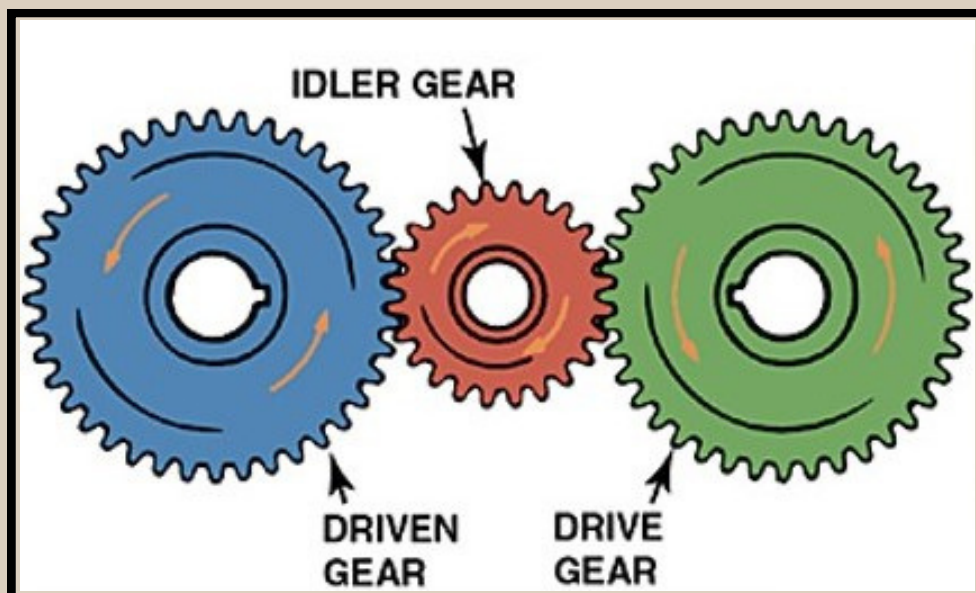
Gear luaran jenis ini dipanggil **pinion gear** kerana diameternya yang lebih kecil.

- Penggunaan : *Synchronizer hub*



5. IDLER GEAR (EXTERNAL GEAR TYPE)

Gear yang beroperasi di antara gear pemacu (**driver**) dengan gear dipacu (**driven**) dipanggil **idler gear** atau **floating gear**. Gear ini tidak menjejaskan hubungan kelajuan antara pemacu dan gear yang dipacu namun ia mempengaruhi arah putaran.

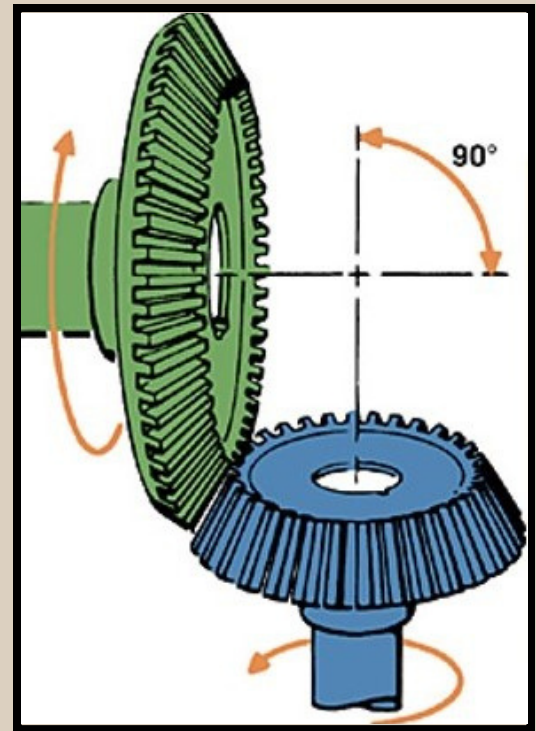


- Penggunaan : *Reverse Idler Gear*
- R.I.G

6. BEVEL GEAR (EXTERNAL GEAR TYPE)

Gigi **bevel gear** dipotong pada sudut ke permukaan gear luar. **Bevel gear** mempunyai bentuk gigi yang lurus sama seperti yang terdapat pada **spur gear**. **Spider gear** yang digunakan dalam **differential**, adalah contoh mudah **bevel gear** digunakan.

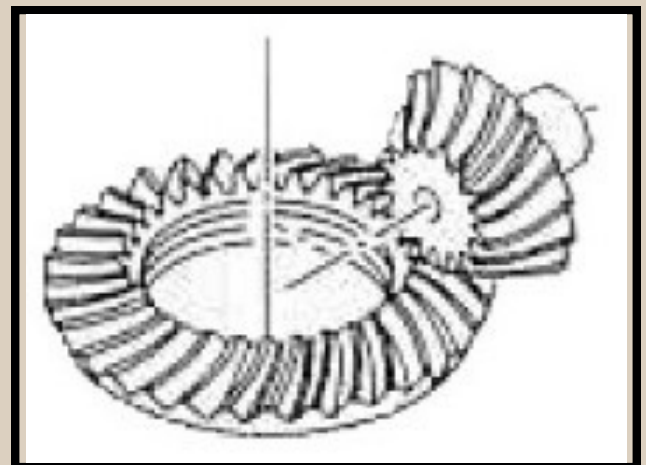
- Penggunaan : **Differential**



7. HYPOID GEAR (EXTERNAL GEAR TYPE)

Set **hypoid gear** mempunyai gigi gear yang melengkung sama seperti gigi **spiral bevel gear**. Gear pinion diimbangi di bawah garis tengah gear gelang.

Hypoid gear biasanya tersedia sebagai satu set. **Hypoid gear** biasanya digunakan sebagai gear **final drive** dalam **rear axle** di mana aspek keupayaan membawa beban dan tahap bunyi yang rendah, dititikberatkan.



Pinan offset membolehkan aci pemacu diletakkan lebih rendah di dalam kenderaan, mengurangkan saiz bonggol di bahagian dalam kenderaan.

- Penggunaan : **Rear Axle Differential**

NISBAH GEAR (GEAR RATIO)

Apabila sepasang gear berputar, hubungan kelajuan kedua-dua gear itu dikenali sebagai **nisbah gear** atau **gear ratio**. Nisbah gear ditakrifkan sebagai bilangan putaran yang perlu dilakukan oleh gear pemacu untuk memutarakan gear yang dipacu dalam satu pusingan.

Nisbah Gear @ Gear Ratio

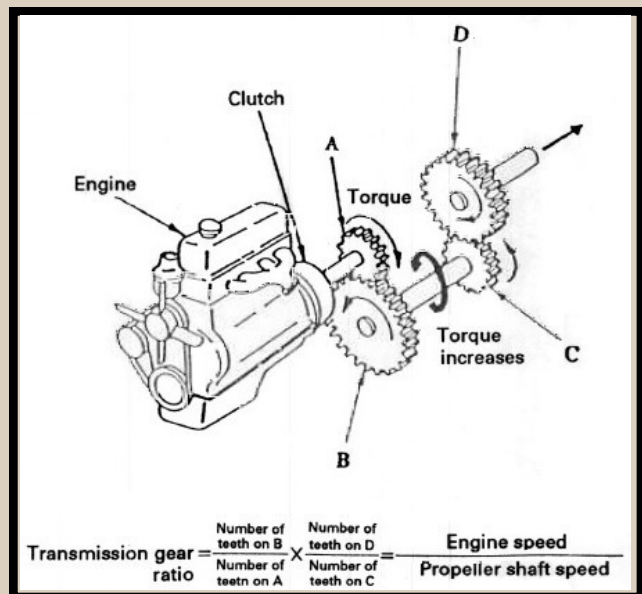


$$= \frac{\text{OUTPUT}}{\text{INPUT}}$$

Untuk mendapatkan nisbah gear, bahagikan bilangan gigi pada gear yang dipacu dengan bilangan gigi pada gear pemacu.

$$= \frac{\text{DRIVEN}}{\text{DRIVER}}$$

$$= \frac{\text{Bilangan gigi gear dipacu}}{\text{Bilangan gigi gear pemacu}}$$



Nisbah gear, secara relatif kepada 1, dikelaskan kepada tiga kategori:

1. Direct Drive
2. Gear Reduction
3. Overdrive



1. DIRECT DRIVE

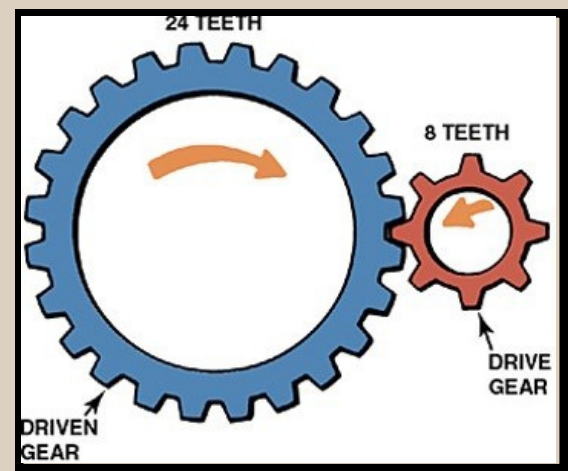
Jika saiz dua gear yang bersentuhan (**mesh**) adalah sama serta bilangan giginya sama, ia akan berputar pada kelajuan yang sama. Nilai nisbah gear ialah **1:1**. Keadaan ini dinamakan **Direct Drive**. Enjin dan transmisi berputar pada kelajuan yang sama.

Keypoint:

> **Transmission : 4th Gear**

2. GEAR REDUCTION

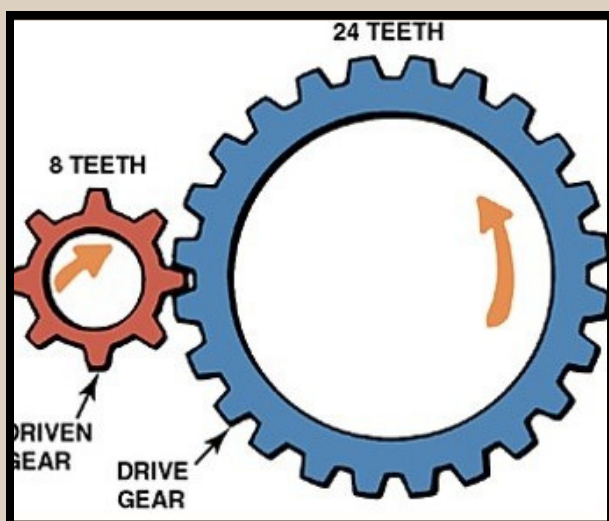
Jika satu gear memacu gear kedua yang mempunyai lebih banyak bilangan gigi, gear pemacu yang lebih kecil mesti melakukan lebih banyak putaran lengkap untuk memacu setiap satu putaran gear yang lebih besar. Nilai nisbah gear ialah **> 1:1**



Keypoint:

> **Transaxle & Transmission : 1st , 2nd , 3rd , Reverse Gear**

3. OVERDRIVE



Keadaan berlawanan dengan **Gear Reduction** dinamakan **Overdrive**.

Ini berlaku apabila gear yang dipacu berputar lebih laju daripada gear pemacunya. Gear yang dipacu berputar lebih banyak putaran bagi setiap putaran gear pemacu. Nilai nisbah gear ialah **< 1:1**.

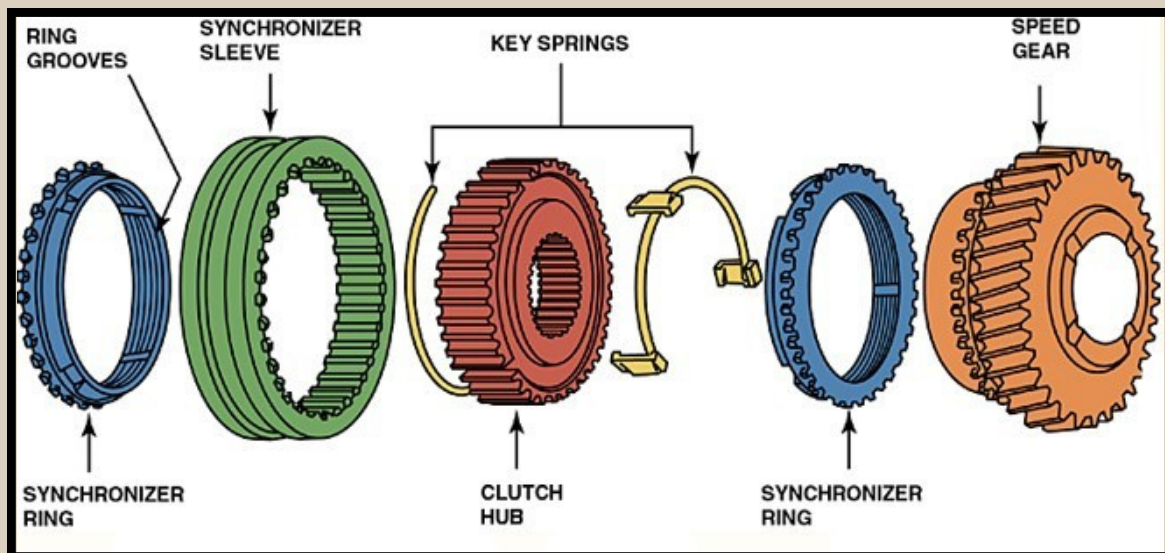
Keypoint:

> **Transaxle : 4th , 5th Gear**

> **Transmission : 5th Gear**

SYNCHRONIZER

Pemasangan **synchronizer** digunakan untuk melakukan penyambungan bagi semua gear hadapan serta membantu dalam proses penyambungan gear undur. Fungsi **synchronizer** adalah untuk membenarkan penyambungan gear yang lancar. Semasa penukaran gear dilakukan, **synchronizer** bertindak seperti klac di mana **synchronizer** menyamakan kelajuan putaran gear dengan *shaft* sebelum penyambungan berlaku.



Gear pada *input shaft* sentiasa bersentuhan (*mesh*) dengan gear pada *output shaft* pada setiap masa. Akibatnya, apabila *input shaft* berputar, gear pada *output shaft* turut berputar. Ketika penukaran gear dilakukan, **synchronizer ring** akan menghasilkan daya geseran, yang menyebabkan kelajuan gear yang sedang disambung dipadankan dengan kelajuan **synchronizer sleeve (hub sleeve)**. Ini membolehkan penukaran gear berlaku tanpa gear dan **synchronizer sleeve** bertembung.

Dapat disimpulkan, fungsi **synchronizer** dalam transmisi ialah :

- Memudahkan penukaran gear dilakukan pada transmisi.
- Mengurangkan kehausan gear.
- Kendalian pada gear heliks lebih senyap.

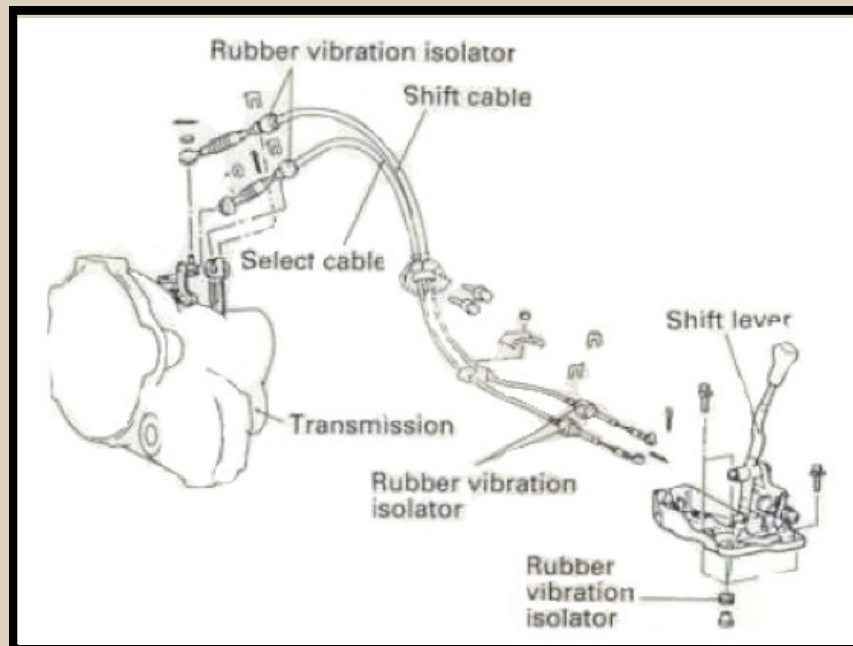


OPERASI SYNCHRONIZER

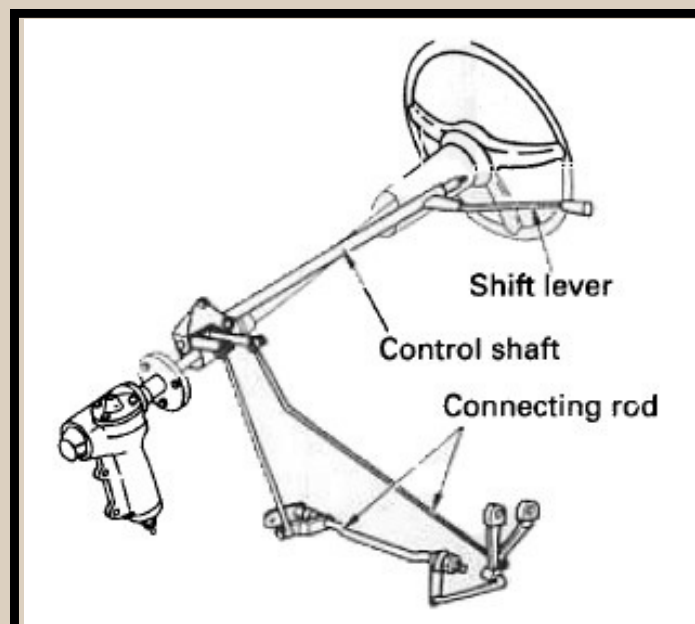
- Terdapat *spline* di bahagian tengah **synchronizer hub** pada *output shaft*, oleh itu **synchronizer hub** dan *output shaft* berputar bersama-sama. Terdapat juga *spline* pada lilitan luar **synchronizer hub**.
- **Synchronizer sleeve** bertaut pada *spline* luar **synchronizer hub** dengan *freeplay* yang mencukupi supaya **synchronizer sleeve** dapat bergeser dengan bebas. *Spline* pada **synchronizer sleeve** juga sepadan dengan gandingan gigi pada **synchronizer ring** dan *speed gear*. Gandingan gigi ini juga dipanggil *engagement* atau **clutch teeth**. **Synchronizer sleeve** bertaut dengan **synchronizer hub** menyebabkannya juga berputar bersama *output shaft*.
- **Synchronizer ring** terletak di antara *speed gear* dan **synchronizer sleeve**. Gandingan gigi pada **synchronizer ring** akan memadankan gigi pada **synchronizer sleeve** dengan gigi pada *speed gear*.
- **Synchronizer key**, yang ditekan oleh **synchronizer spring** akan masuk ke slot yang ada pada **synchronizer sleeve**. **Synchronizer ring** mempunyai slot untuk memadankan **synchronizer key** ini. Ini membolehkan **synchronizer ring** berputar sedikit, berbanding **synchronizer sleeve**, sebelum **synchronizer key** masuk ke bahagian slotnya seterusnya menghentikan **synchronizer ring**. Semasa **synchronizer sleeve** bergerak, **synchronizer key** akan bergerak bersamanya, lalu menolak **synchronizer ring** ke arah *speed gear*.

KAWALAN TRANSMISI (TYPES OF CONTROL)

1. REMOTE CONTROL TYPE

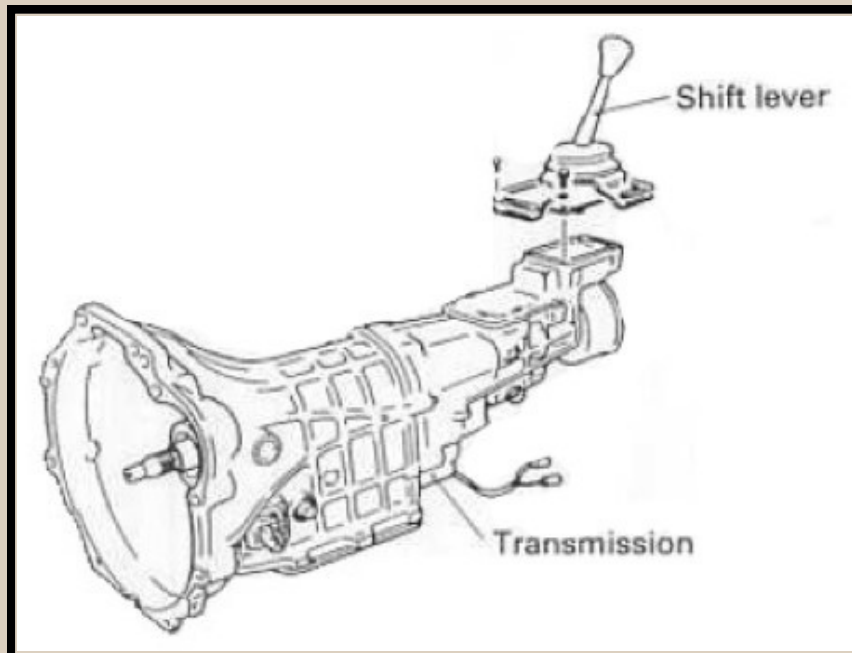


Floor Shift Type

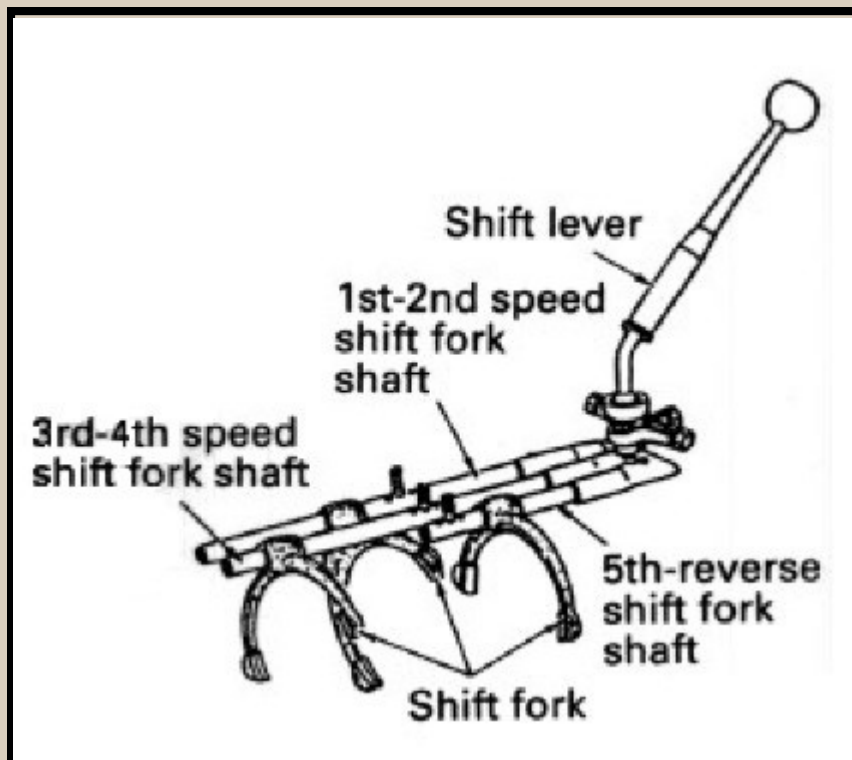


Column Shift Type

2. DIRECT CONTROL TYPE

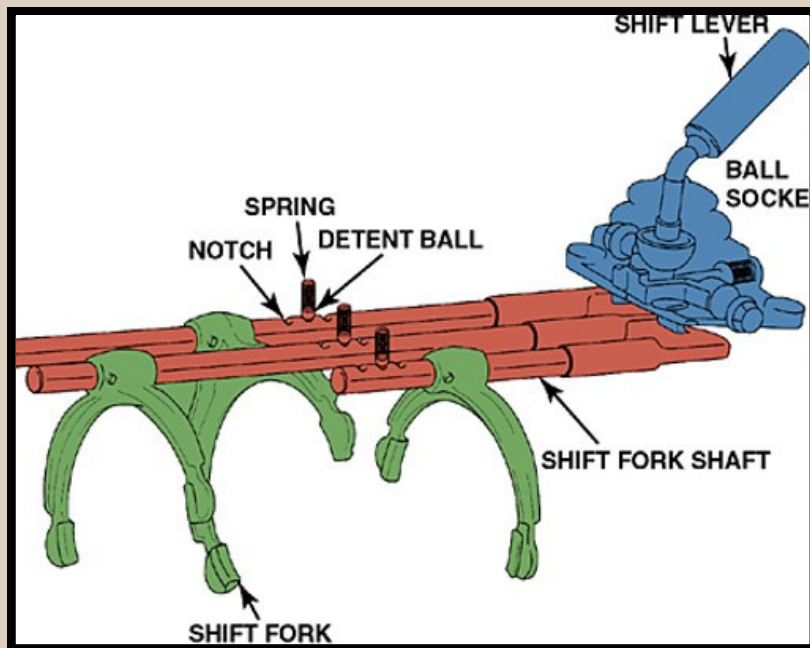


Floor Shift Type (Direct Control)



Shift Mechanism

Shift Mechanism



Pemasangan **shift mechanism** memindahkan gerakan dari *shift cable* ke *shift fork* seterusnya ke *shift fork shaft* bagi membolehkan penukaran gear transmisi.

Shift linkage terdiri dari **shift fork** (yang menggerakkan set *synchronizer* atau *reverse idler gear*), **detent** (yang menetapkan kedudukan *shift fork*) dan **interlock** (yang mencegah pergerakan lebih daripada satu **shift fork** pada satu masa).

Shift fork shaft menghubungkan pemasangan *shift mechanism* terus ke *shift fork*. **Detent (Poppet) ball** dan spring mencegah *shift fork* daripada bergerak sendiri.

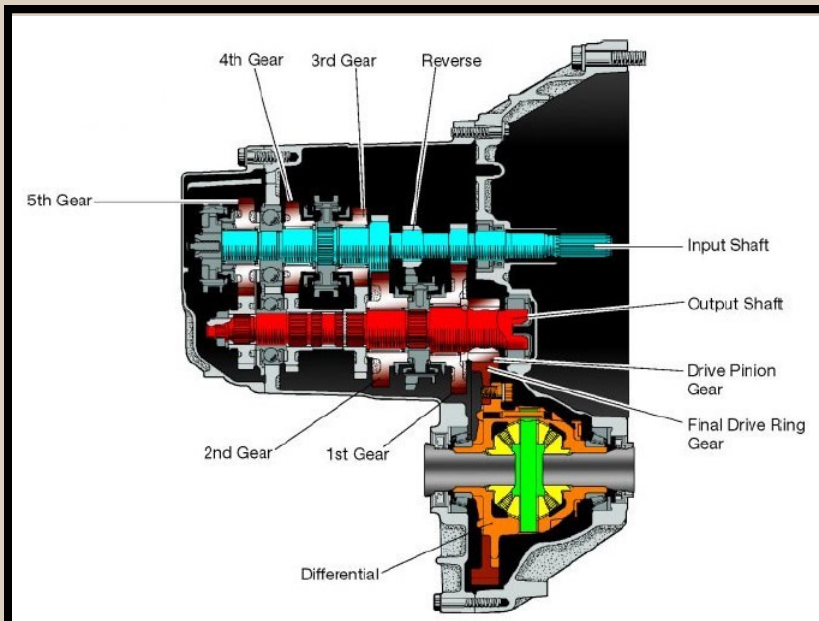
Shift fork memegang *synchronizer* pada alur *synchronizer sleeve*. **Shift fork** digunakan untuk menggerakkan dan melepaskan set *synchronizer*. *Shift fork* dipasang pada *shift fork shaft* sama ada dengan bolt atau pin.

Shift fork yang memegang set *synchronizer* akan mengenakan daya untuk memasukkan gear.

Selepas *synchronizer* digerakkan, harus ada sedikit sentuhan antara *shift fork* dengan *synchronizer sleeve*. *Shift fork* tertahan dengan mekanisma *detent ball*. Mekanisma ini yang menyebabkan sambungan set *synchronizer* dengan *speed gear* tetap kekal semasa pemanduan.

SUSUNATUR TRANSMISI (TYPES OF LAYOUT)

1. TRANSMISI MANUAL PACUAN HADAPAN (TRANSAXLE)



*Transaxle dengan
susunatur 2 shaft*

*Transaxle dengan
susunatur 3 shaft*

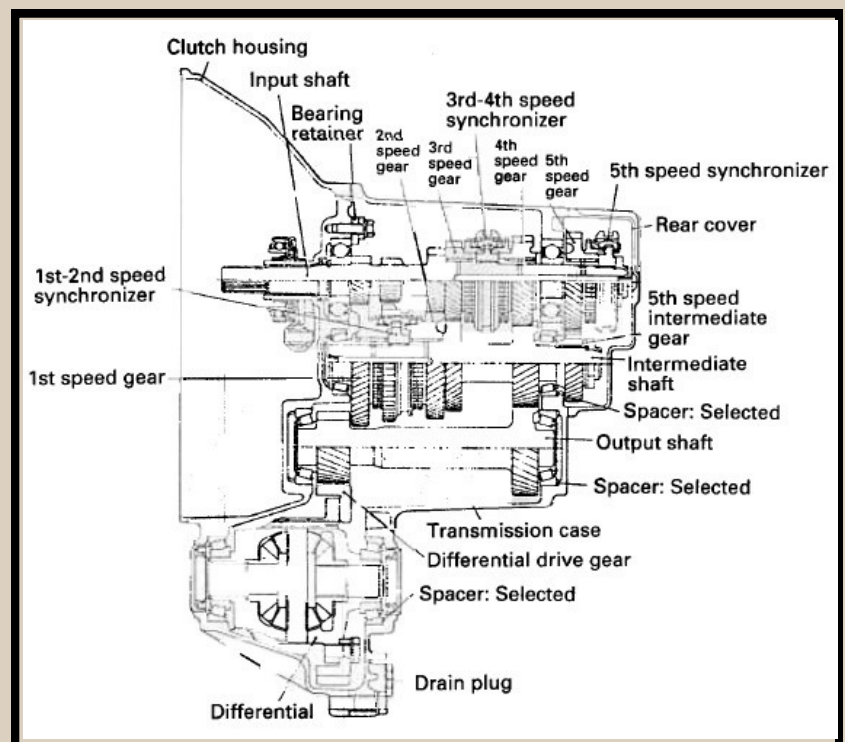
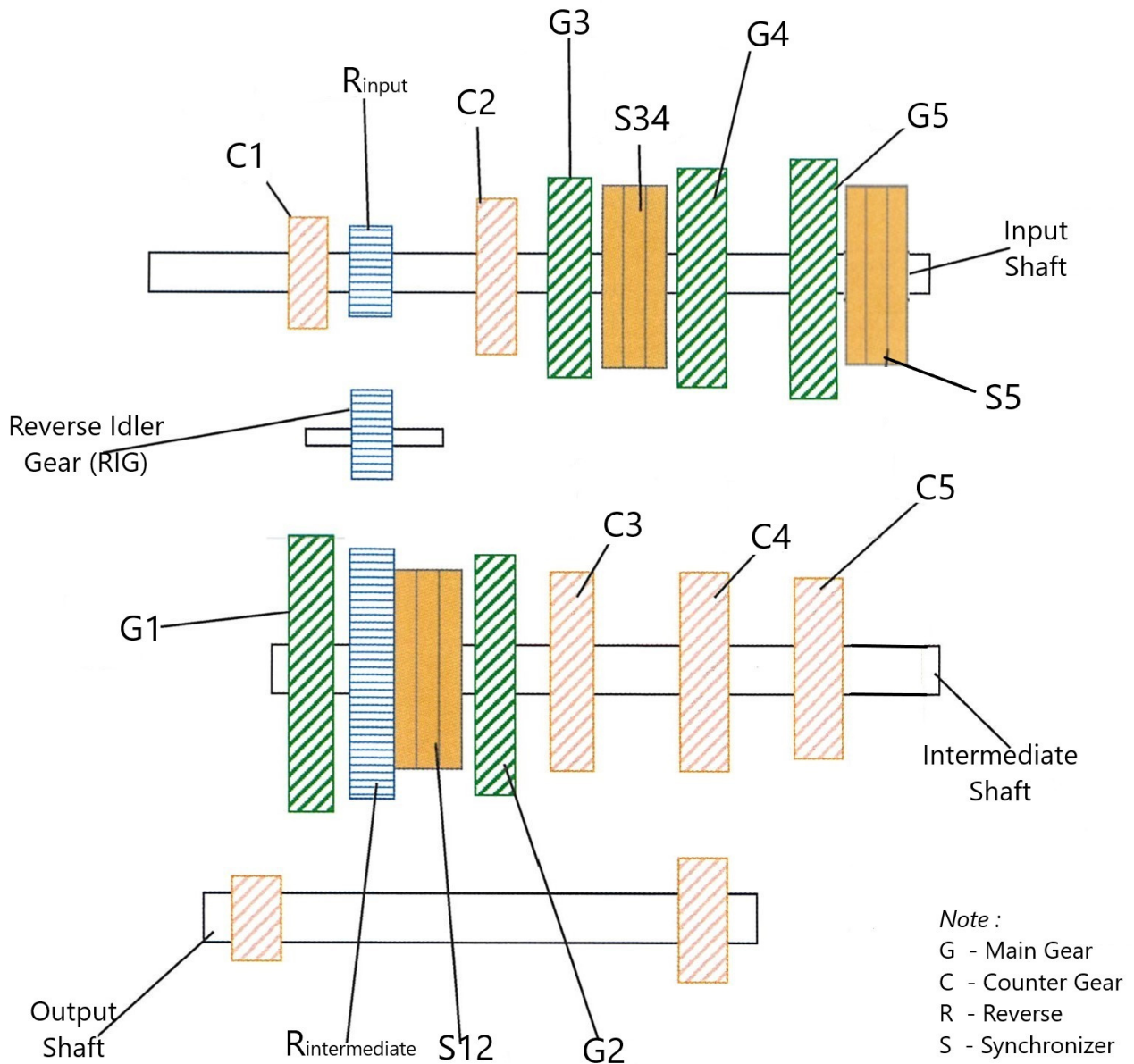


Diagram Binaan Transmisi Manual Pacuan Hadapan (Transaxle)



2. TRANSMISI MANUAL PACUAN BELAKANG (TRANSMISSION)

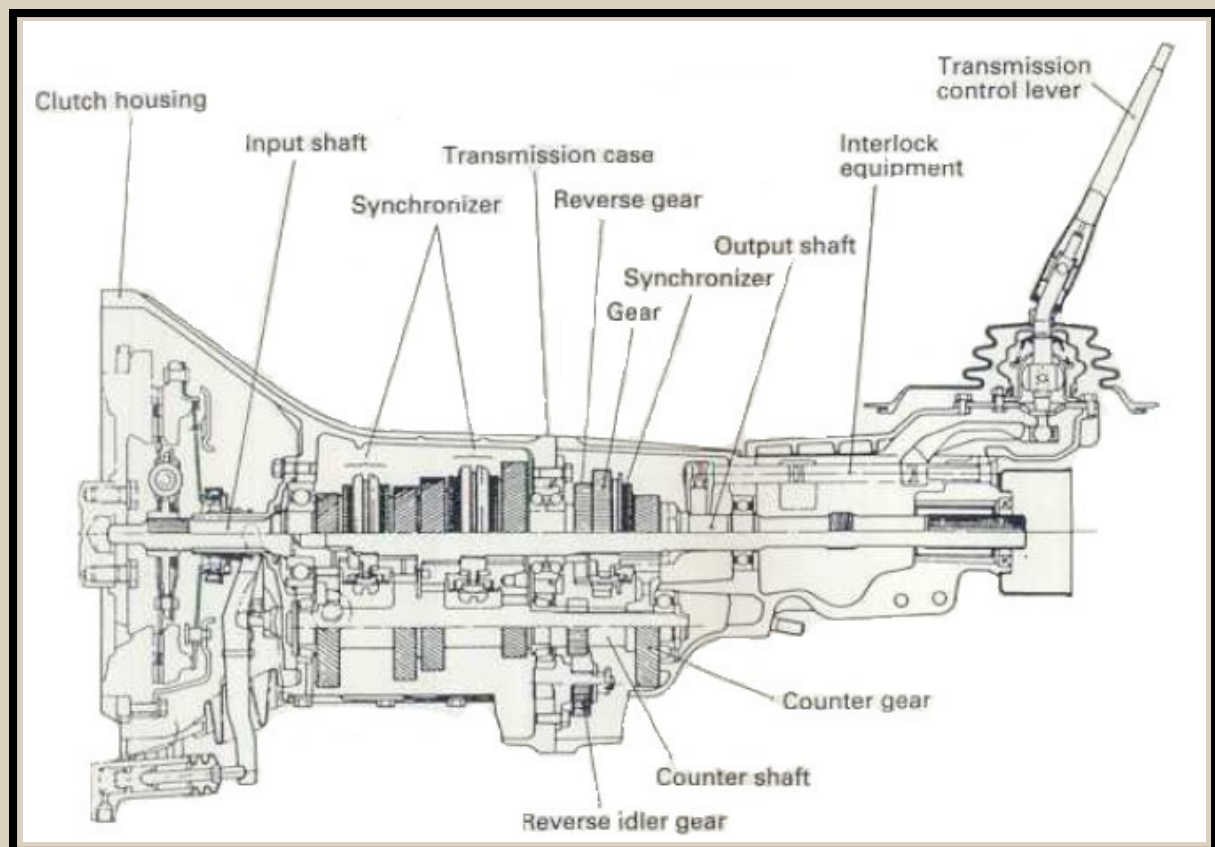
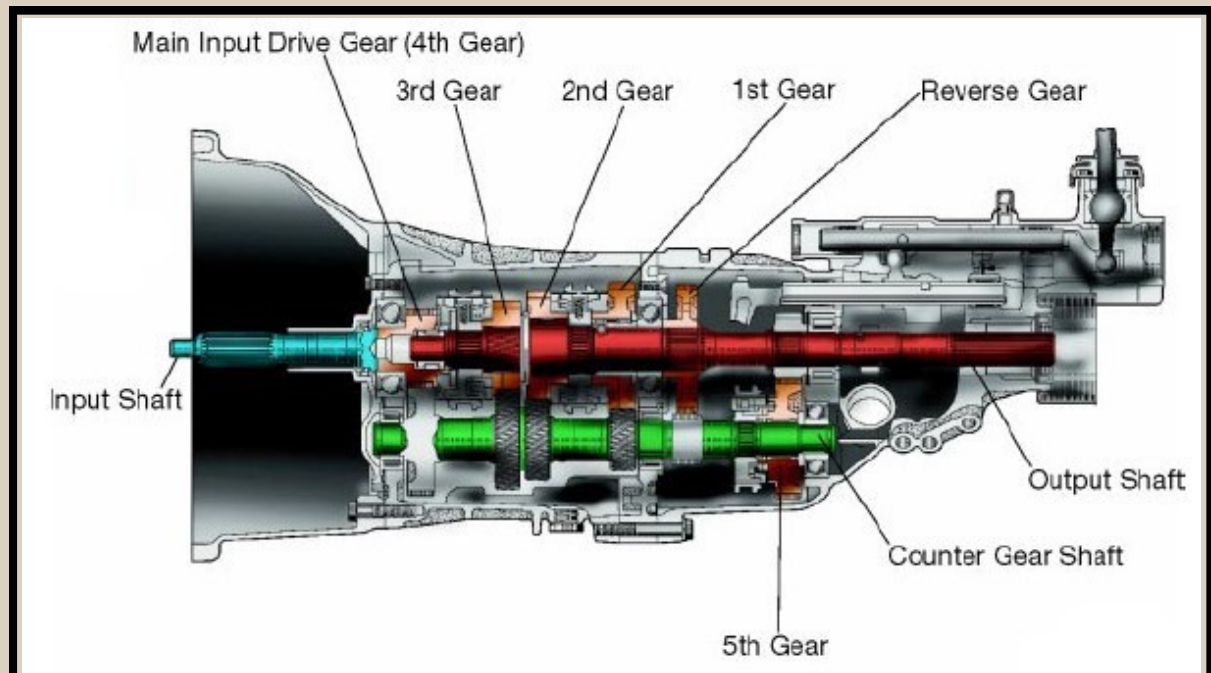
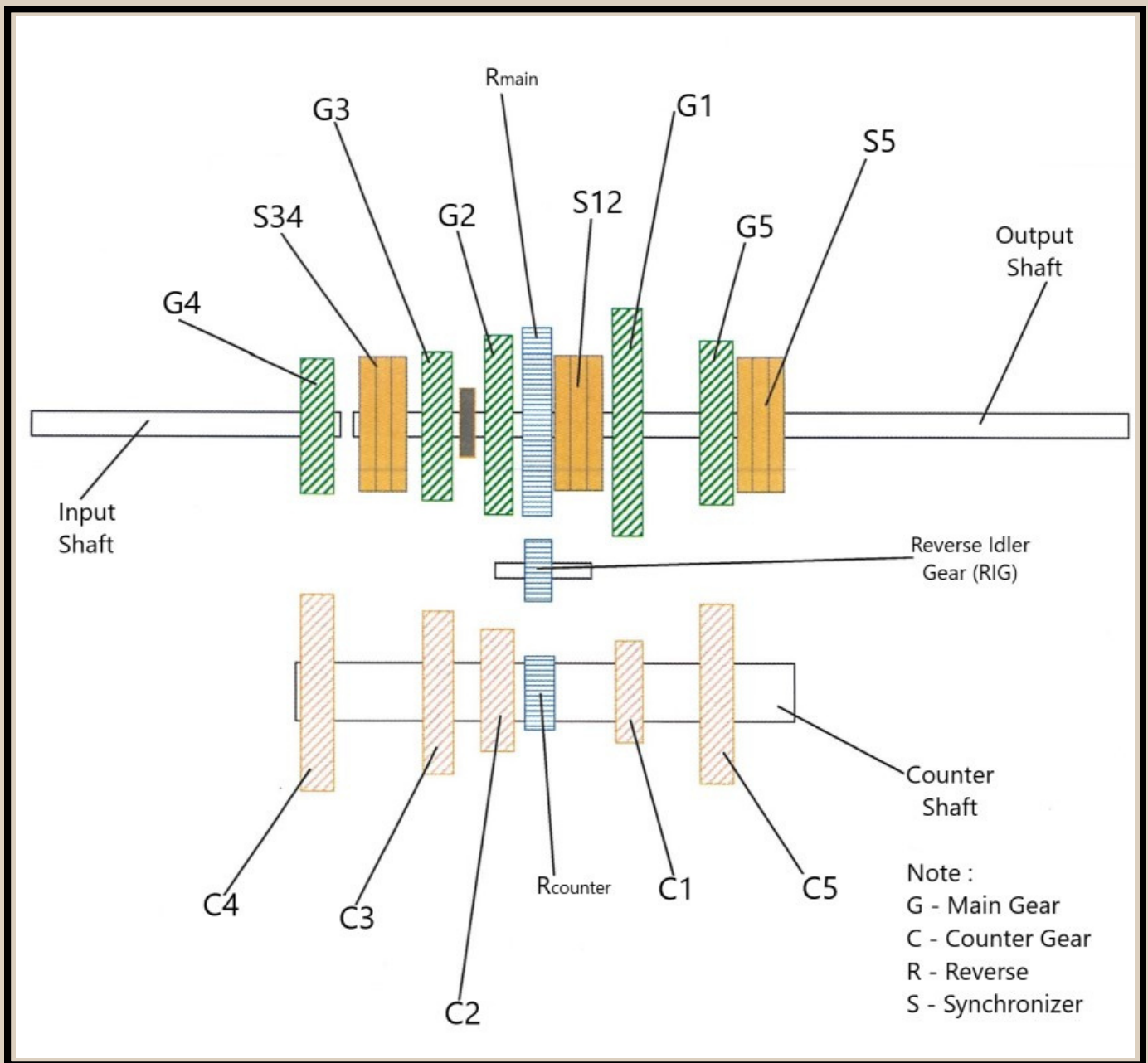


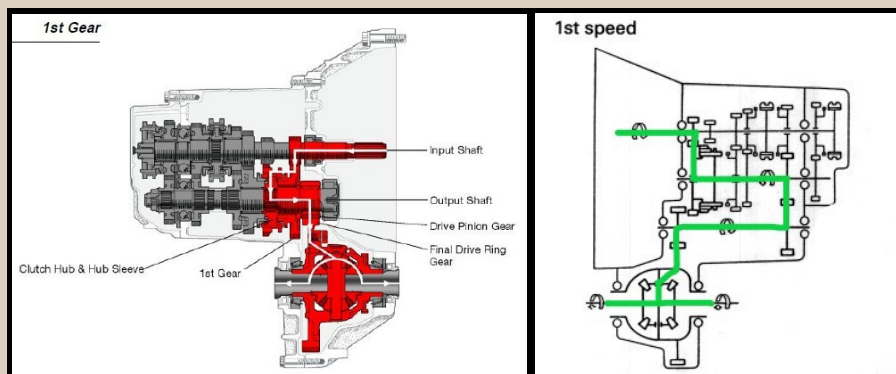
Diagram Binaan Transmisi Manual Pacuan Belakang (Transmission)



ALIRAN KUASA (POWER FLOW)

TRANSMISI MANUAL PACUAN HADAPAN (TRANSAXLE)

• Gear 1 (1st Gear)



Operasi :

S12 → G1

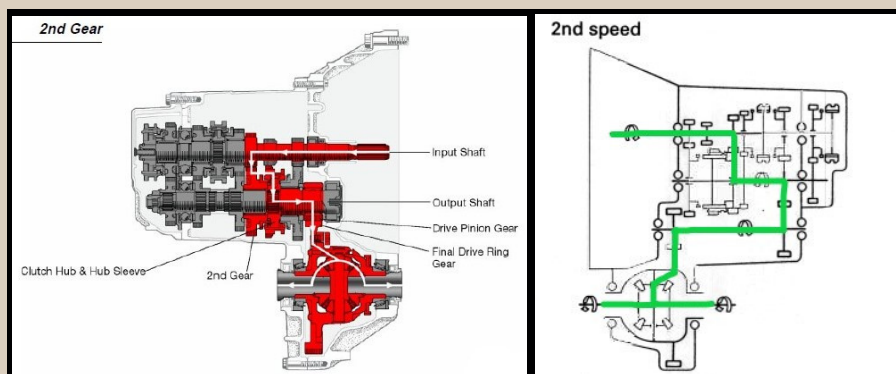
Nisbah Gear 1

$$= \frac{G1}{C1}$$

(Gear Reduction)



• Gear 2 (2nd Gear)



Operasi :

S12 → G2

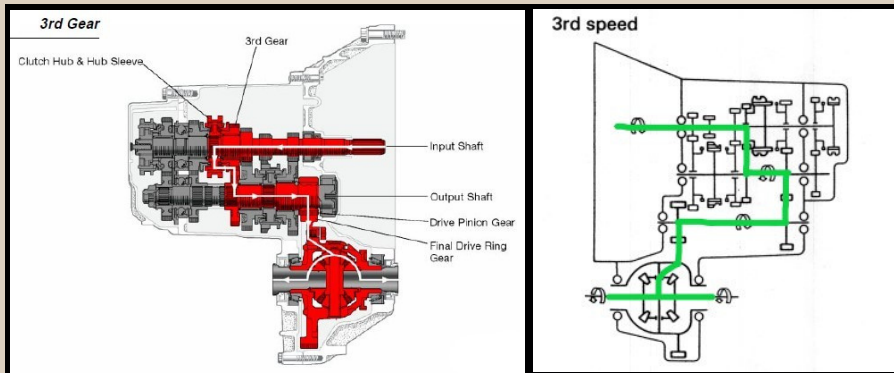
Nisbah Gear 2

$$= \frac{G2}{C2}$$

(Gear Reduction)



• Gear 3 (3rd Gear)



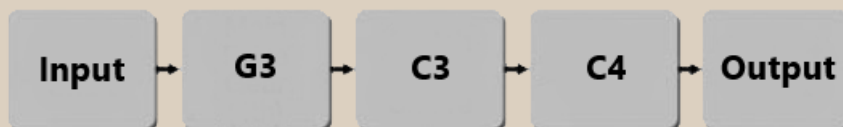
Operasi :

S34 → G3

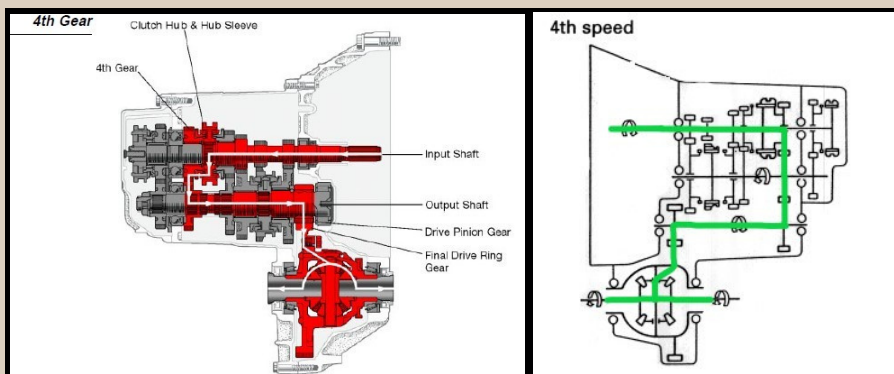
Nisbah Gear 3

$$= \frac{C3}{G3}$$

(Gear Reduction)



• Gear 4 (4th Gear)



Operasi :

S34 → G4

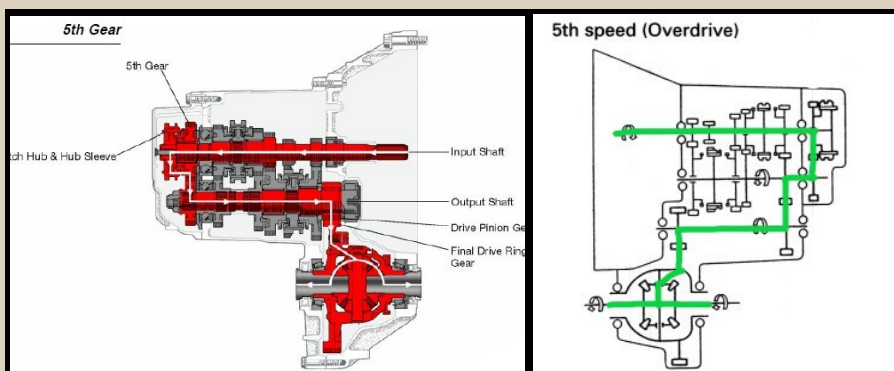
Nisbah Gear 4

$$= \frac{C4}{G4}$$

(Overdrive)



• Gear 5 (5th Gear)



Operasi :

S5 → G5

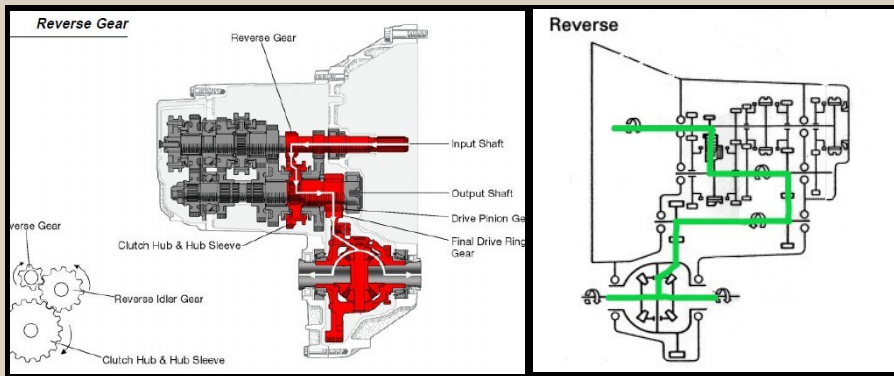
Nisbah Gear 5

$$= \frac{C5}{G5}$$

(Overdrive)



- Gear Undur (*Reverse Gear*)



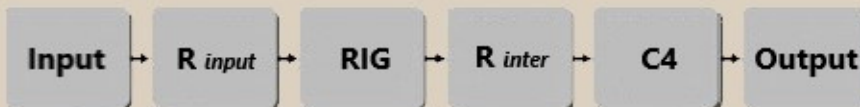
Operasi :

RIG → R input
→ R inter

Nisbah *Reverse Gear*

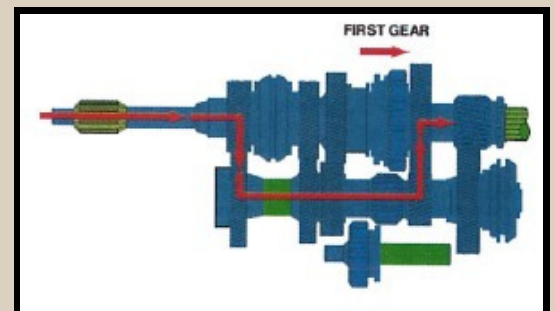
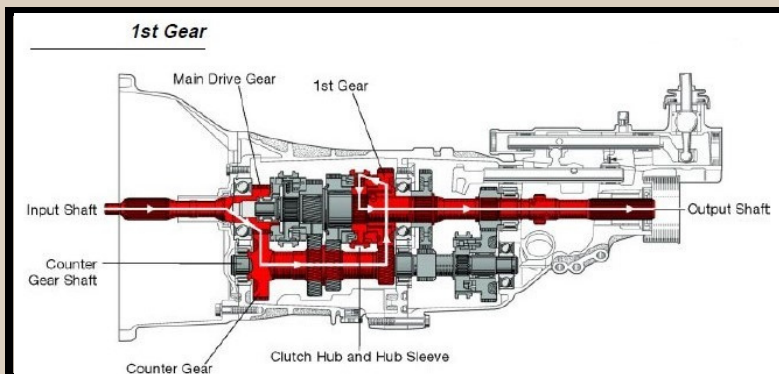
$$= \frac{RIG}{R input} \times \frac{R inter}{RIG}$$

(*Gear Reduction*)



TRANSMISI MANUAL PACUAN BELAKANG (TRANSMISSION)

- Gear 1 (*1st Gear*)



Operasi :

S12 → G1

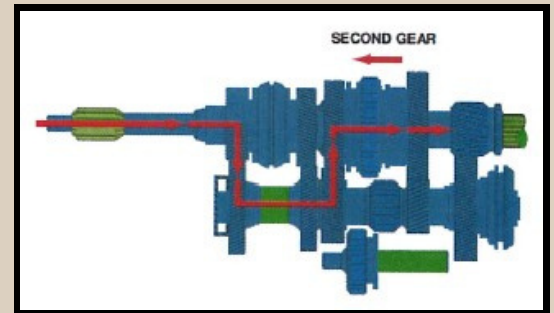
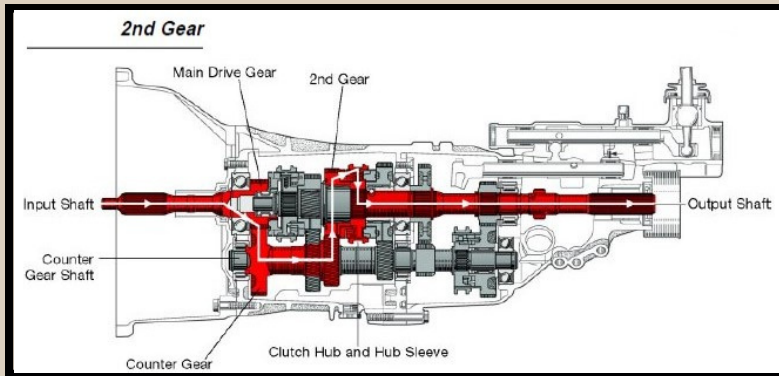


Nisbah Gear 1

$$= \frac{C4}{G4} \times \frac{G1}{C1}$$

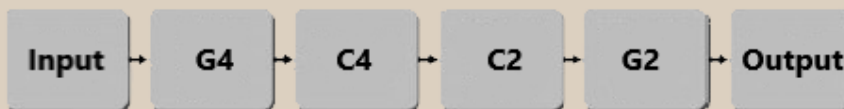
(*Gear Reduction*)

- Gear 2 (2nd Gear)



Operasi :

S12 → G2

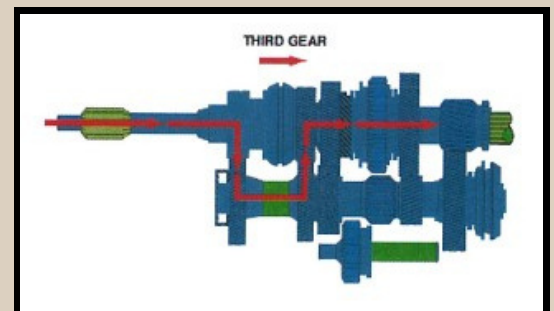
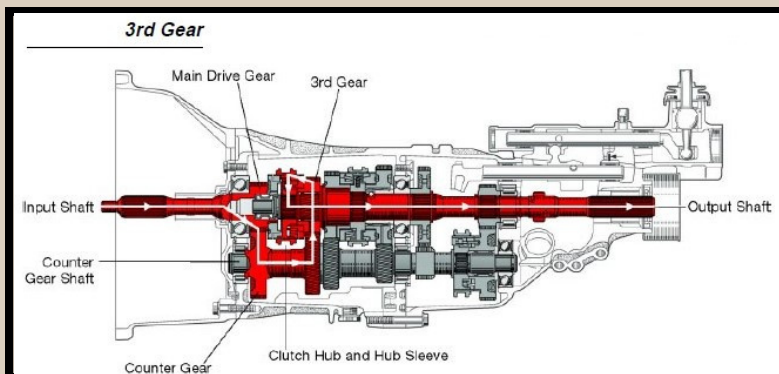


Nisbah Gear 2

$$= \frac{C4}{G4} \times \frac{G2}{C2}$$

(Gear Reduction)

- Gear 3 (3rd Gear)



Operasi :

S34 → G3

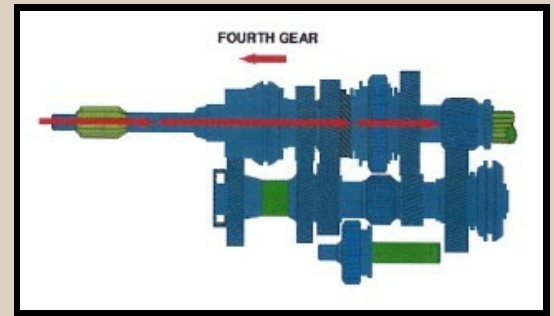
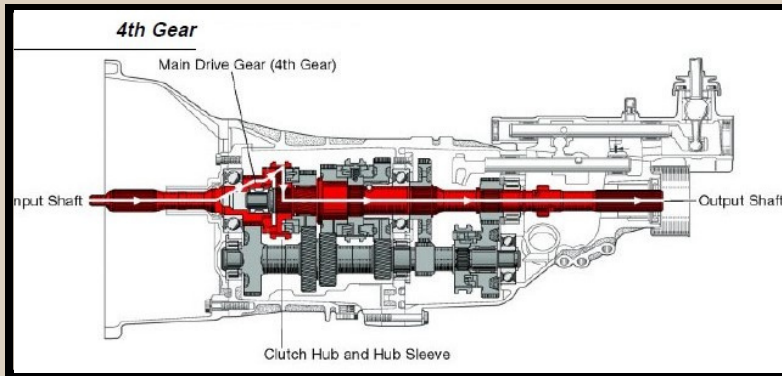


Nisbah Gear 3

$$= \frac{C4}{G4} \times \frac{G3}{C3}$$

(Gear Reduction)

- Gear 4 (4th Gear)



Nisbah Gear 4

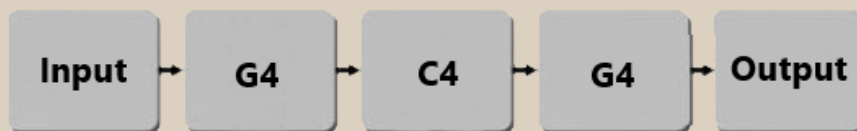
$$= \frac{C4}{G4} \times \frac{G4}{C4}$$

$$= 1:1$$

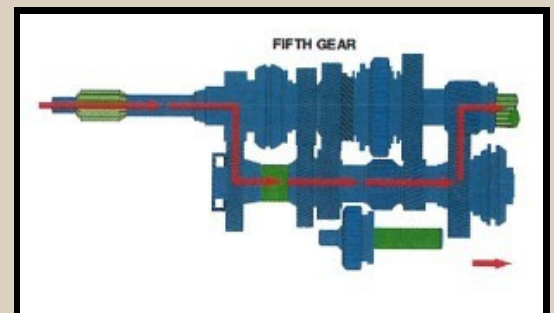
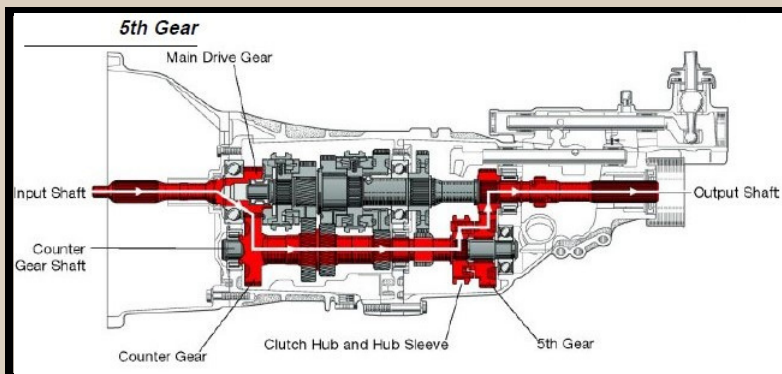
(Direct Drive)

Operasi :

S34 → G4



- Gear 5 (5th Gear)



Nisbah Gear 5

$$= \frac{C4}{G4} \times \frac{G5}{C5}$$

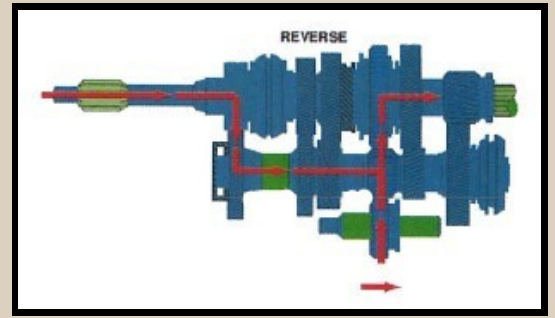
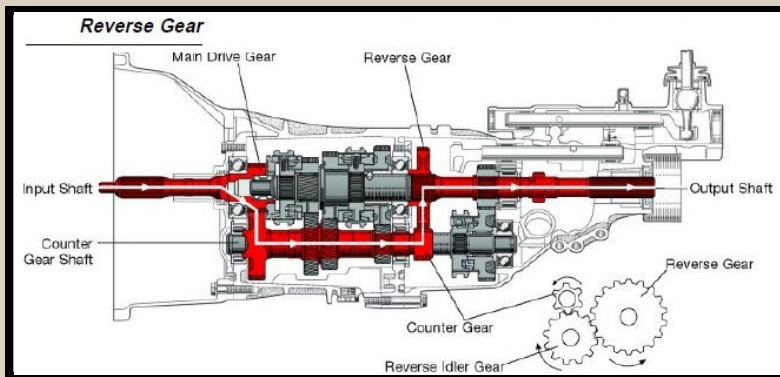
(Overdrive)

Operasi :

S5 → G5



- Gear Undur (*Reverse Gear*)



Operasi :

RIG → R main
→ R counter



Nisbah Reverse Gear

$$= \frac{C4}{G4} \times \frac{RIG}{Rcounter} \times \frac{Rmain}{RIG}$$

(Gear Reduction)

**Langkah Kenalpasti
Komponen Transmisi :**

1. *Shaft*
2. *Speed Gear*
3. *Synchronizer*
4. *Counter Gear*
5. *Reverse Gear*
6. *Differential*





PENILAIAN KENDIRI

FORMATIF 1

FORMATIF 2

FORMATIF 3

FORMATIF 4

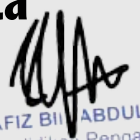
FORMATIF 5

RUJUKAN

1. Halderman, James D. (2011). Automotive Technology : Principles, Diagnosis, and Service, 4th Edition. Prentice Hall.
2. Toyota Technical Training. Course 302 : Manual Transmissions & Transaxles.
3. Mitsubishi M-Step Trainees' Textbook : Power Train.



**Waktu
membuat kita
LUPA, akan
tetapi menulis
membuat kita
INGAT**


ABDUL HAFIZ BIN ABDULL HAMID
Pegawai Pendidikan Pengajian Tinggi
Kolej Komuniti Kepala Batas