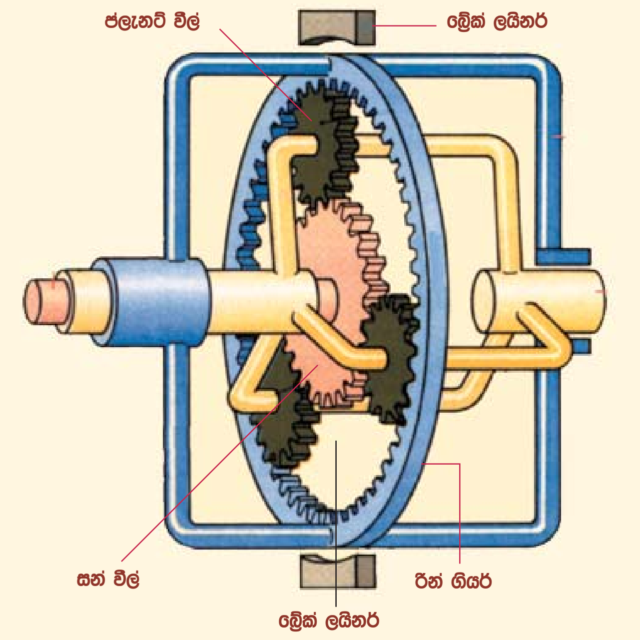
Advanced Auto Technology
(Part-2)
Rotary Auto Training Centre -Nugegoda
☎ 01-2835050
Auto Transmission 02

Course Director / Lecturer
D.M.M.Dassanayake

ඔටෝමැටික් ගියර ක්‍රමය

Auto Transmission

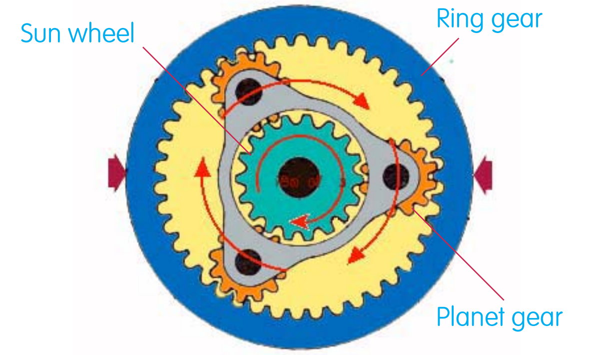
ඔටෝමැටික් ගියර ක්‍රමයටද දිගු ඉතිහාසයක් ඇති අතර අද තිබෙන කොම්පියුටර් පාලන ඉලෙක්ට්‍රෝහයිඩ්‍රොලික් ගියර පෙට්ටිය දක්වා එය දියුණුවෙමින් පැමිණ ඇත. මෙහි ආරම්භය එපිසයික්ලික් ගියර පෙට්ටිය ලෙස හැඳින්විය හැක. පෙර ලංකාවේ බහුලව භාවිතා වුනු ඩබල් ඩෙකර් බස් රථ සඳහා යොදා තිබුනේද මෙම ගියර ක්‍රමයයි. මෙම මුල් යුගයේ එපිසයික්ලික් (Epycyclic) ගියර ක්‍රමයෙන් අධ්‍යයනය ආරම්භ කිරීම ඔටෝමැටික් ගියර පෙට්ටි වටහා ගැනීම වඩාත් පහසු කරයි. ප්ලැනටරි ගියර ක්‍රමය (Planetery gear train) නමින් හැඳින්වෙන්නේද මෙම එපිසයික්ලික් ගියර ක්‍රමයයි.



එපිසයික්ලික් ගියර ආදර්ශ නිර්මාණය

මෙහි දැක්වෙන්නේ ප්ලැනටරි ගියර් වීල් කට්ටලයක ක්‍රියාකාරිත්වය පහසුවෙන් වටහා ගත හැකි ලෙස සකසන ලද ආදර්ශ නිමවුමකි. මෙහි සන් වීලයත්, (Sun wheel) රින් ගියරයත්, (Ring gear) ප්ලැනට් වීල් කට්ටලයත් (Planet wheel) වෙන් වෙන්ව පිටතින් කැරකැවීමටත් එමෙන්ම අවශ්‍ය විටෙක ඒවා වෙන් වෙන්ව සිර කර නතර කිරීමටත් හැකිවන ලෙසට ගියර පෙට්ටිය තුල නිර්මාණය කර තිබෙයි. මෙලෙස මෙම වීල් කට්ටලයක් හෝ දෙකක් සිර කර ඉතිරි කට්ටලයකින් එළවුම ලබාදීමෙන් ගියර අනුපාත 07 ක් ලබාගත හැකි අතර මෙහිදී වැඩි වශයෙන් භාවිතයට ගෙන ඇති ගියර 04ක් ලබා ගන්නා ආකාරය පහතින් දැක්වේ.

■ පළමු ගියරය (1st gear)

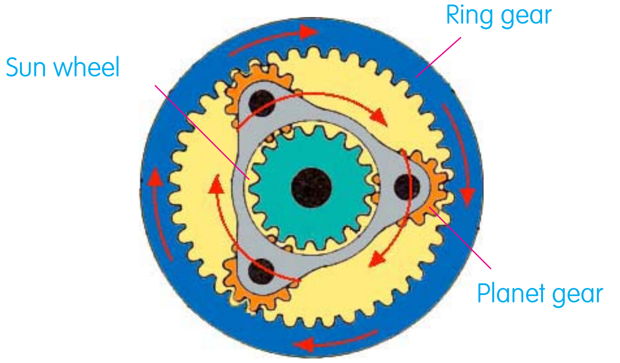


Sun Wheel driving / Ring gear locked

එපිසයික්ලික් පළමු ගියර අනුපාතය ලබා ගැනුම

රථයක පළමු ගියරයේදී වැඩිම ගියර අනුපාතයක් යොදා එන්ජින් වේගය අඩුකර එයට සාපේක්ෂව බලය වැඩි කරගත යුතු වේ. ඉහත සටහනෙන් එම නිර්මාණය දක්වා ඇත. මෙහිදී රින් ගියරය එය වටා ඇති බ්‍රේක් බෑන්ඩ් එකකින් හෝ වෙනත් උපක්‍රමයකින් සිර කර නතර කරනු ලැබෙයි. ඉන්පසු සන් වීලය එන්ජිමෙන් කැරකීමට සළස්වන අතර සන්වීලය මගින් ප්ලැනට් ගියර කට්ටලය කැරකීම සිදුවේ. මෙහිදී ප්ලැනට් ගියර එකලස සන්වීලය සමඟ කැරකෙන අතරම ප්ලැනට් වීල් තුන වෙන් වෙන්ව තමන්ගේ අක්ෂය වටේද කැරකීමෙන් මෙම ප්ලැනට් වීල් කට්ටලය (Carrier) කැරකෙන වේගය සන්වීලයේ වේගයට වඩා අඩුවෙයි. මෙහිදී සෑදෙන ගියර අනුපාතය එන්ජින් වේගය අඩුකර කැරකුම් බලය වැඩි කිරීමට හේතුවෙයි.

■ දෙවන ගියරය (2nd gear)

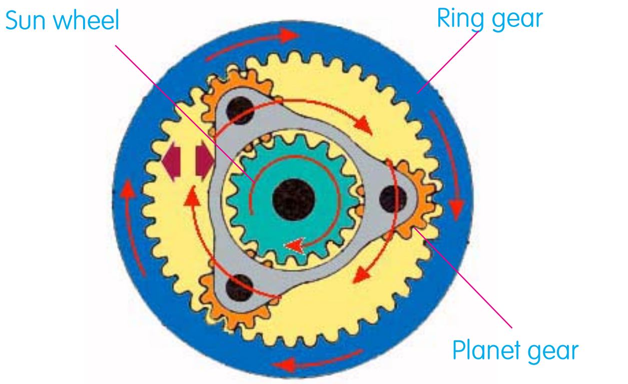


Ring gear driving /Sun wheel locked

එපිසයික්ලික් දෙවන ගියර අනුපාතය ලබා ගැනුම

දෙවන ගියරය සඳහා අනුපාතය ලබා ගැනීමේදී සන් වීලය ලොක් කරනු ලබයි. මෙහිදී එන්ජිම මගින් එළවුම ලබා දෙන්නේ රින් ගියරයටය. රින් ගියරය කැරකීමේදී එය මගින් ප්ලැනට් ගියර එක ලෙස එය කැරකෙන දිසාවටම අඩු වේගයෙන් කරකවා ගියර අනුපාතයක් සකසනු ලබයි.

■ තුන් වන ගියරය (ටොප් ගියර්) (1st gear)

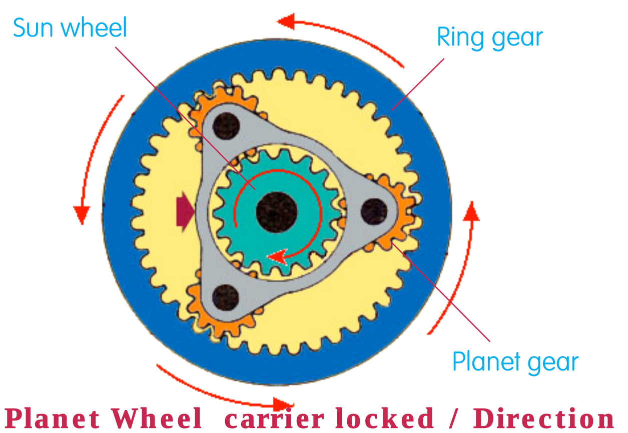


Planet Wheel & Ring gear locked together

එපිසයික්ලික් ටොප් ගියරය ලබා ගැනුම

ටොප් ගියරය (Top gear) යනුවෙන් හඳුන්වන්නේ ගියර අනුපාතයක් නොමැතිව එන්ජින් වේගය එලෙසම ගියර පෙට්ටියෙන් නිකුත් කරන ගියරයයි. සාමාන්‍යයෙන් ඉදිරි වේග තුනක් සහිත ගියර පෙට්ටියක ටොප් ගියරය වන්නේ තුන්වන ගියරයයි. වේග සතරක් වුනි නම් සතර වන ගියරය ටොප් ගියරය ලෙස සැළකේ. ටොප් ගියරය එපිසයික්ලික් ගියර කට්ටලයකින් ලබා ගැනීමේදි කරනු ලබන්නේ රින් ගියරයත් ප්ලැනට් ගියර එකලසත් එකට ලොක් කර තනි ඒකකයක් ලෙස කැරකීමට සැළැස්වීමයි. එවිට ප්ලැනට් ගියර එකතැන කැරකීම වළකින බැවින් මුලු කට්ටලයම තනි කොටසක් ලෙස එකම වේගයකින් කරකැවේ. ගියර අනුපාතය 1:1 ක් වන බැවින් එය ටොප් ගියරය ලෙස සැළකේ.

■ රිවස් ගියරය (Reverse gear)

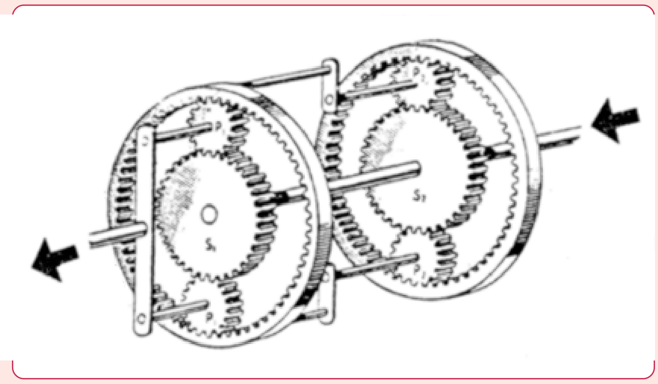


Planet Wheel carrier locked / Direction of driving rotation reversed

එපිසයික්ලික් රිවස් ගියරය ලබා ගැනුම

රිවස් ගියරයේදි ප්ලැනට් ගියර කට්ටලය සිර කර තබන අතර එම කට්ටලයට අයත් රෝද වලට තම අක්ෂය වටා පමණක් කැරකිය හැක. එහිදි එන්ජිම මගින් සන් වීලය කරකවන අතර නතර වී ඇති ප්ලනට් ගියර කට්ටලය මගින් රින් ගියරය අනෙක් පසට කරකවනු ලබයි. එනම් කැරකෙන දිසාව මේ මගින් මාරු වෙයි. ඒ අතරම අවශ්‍ය ගියර අනුපාතය ලබාදේ.

මුලින්ම භාවිතා වුනු එපිසයික්ලික් ගියර පෙට්ටි වල එක් එක් ගියරය සඳහා වෙන් වෙන් වශයෙන් වූ එපිසයික්ලික් ගියර කට්ටල භාවිතාවීමෙන් එය ප්‍රමාණයෙන් ඉතා විශාල වුවා සේම බරින්ද ඉතා වැඩිවිය. එහෙත් ඔටෝමැටික් ගියර පෙට්ටි වල මේ සඳහා යෙදෙන්නේ මෙවැනි කට්ටල එකක් හෝ දෙකකි. එකම ගියර කට්ටලය ගියර වේග කිහිපයක් සඳහා සැකසීමේදි නිදසුනක් ලෙස වරෙක රින් ගියරය එන්ජිමටත් ප්ලැනටරි වීල් රථයේ රෝද වලටත් සම්බන්ධ විය යුතුය. එසේම තවත් ගියරයක් සඳහා එය මාරු වී සම්බන්ධ විය යුතුය. මෙම ක්‍රියාකාරීත්වයන් ලබා ගැනුමට එය මදක් සංකීර්ණ ලෙස නිමවිය යුතු වෙයි. මේ අතර පෙර සඳහන් ආකාරයට එපිසයික්ලික් ක්‍රමයෙන් ලබාගත හැකි වුයේ ඉදිරි ගියර තුනක් වු අතර තුන්වන ගියරය ටොප් ගියරය විය. එහෙත් සාමාන්‍යයෙන් මැනුවල් ගියර ක්‍රමයේදි වඩාත් යොදා ගන්නේ ඉදිරි ගියර 4 ක් වන අතර එහි ටොප් ගියරය හතරවන ගියරය වෙයි. මෙලෙස ඔටෝ ගියර ක්‍රමයේදිද අතීතයේ ඉදිරි ගියර 4 ක් ලබා ගැනුමට එපිසයික්ලික් ගියර ක්‍රමය විවිධ අයුරින් යොදා ගෙන තිබේ. පහත දැක්වෙන්නේ ඉන් එක් පැරැණි ක්‍රමයකි.



අතිරේක ගියර අනුපාත ලබාගත හැකි අයුරු

මෙහි දක්වා ඇත්තේ පැරැණි එපිසයික්ලික් ගියර ක්‍රමය මගින් ඉදිරි ගියර හතරකින් යුත් ගියර පෙට්ටියක සැලසුම සඳහා තුන්වන ගියරය සකස් කල ආකාරයකි. මෙහිදි කර ඇත්තේ ගියර දෙකක් ශ්‍රේණිගත ලෙස එකට එක් කිරීමකි. එහිදි එක් එපිසයික්ලික් ගියරයකින් තවත් එකක් ක්‍රියාකරවීම සිදුවෙයි. එවිට එම ගියර දෙකේම අනුපාත එකතුවීමෙන් අළුතින් ගියර අනුපාතයක් සැකසේ.

පෙර මෝටර් රථවල ඉහත ආකාරයේ නිර්මාණ අතිරේක ගියර අනුපාත ලබා ගැනුමට යොදා ගැනෙනුත් ඉන්පසු මෙය වෙනත් ආකාරයකින් ඉතා කුඩාවට සකසා ගැනුමට හැකිවිය. ඒ මෙම ගියර කට්ටල දෙකම තනි ඒකකයක් ලෙස සකසා ගැනුමෙනි. ඒ කෙසේදැයි මීළඟට අධ්‍යයනය කරමු.

එපිසයික්ලික් ගියර අනුපාත මෙයට පෙර සඳහන් අයුරු 1 වන සහ 2 වන ගියර අනුපාත ලබාගත් ආකාරයට මූලික ලෙස රින් ගියරය ලොක් කර සන්වීලය කැරකවීමෙන් හෝ සන් වීලය ලොක් කර රින් ගියරය

කැරකවීමෙන් ලබාගත හැකි විය. එමෙන්ම මෙලෙස ලබාගත් ගියරයක සන්වීල් සහ රින්ගියර දැති ගණන වෙනස් කිරීමෙන්ද නව දුරටත් ගියර අනුපාත වෙනස් කල හැකිය. පහත දක්වා ඇති සමීකරණ සැලසුමෙන් එය වටහා ගත හැකිය.

T/ Sun wheel = 18
T/Ring gear = 42

1st GEAR $\quad G/R = \dfrac{T/S+T/R}{T/S}$

2nd GEAR $\quad G/R = \dfrac{T/S+T/R}{T/R}$

R/GEAR $\quad G/R = \dfrac{T/R}{T/S}$

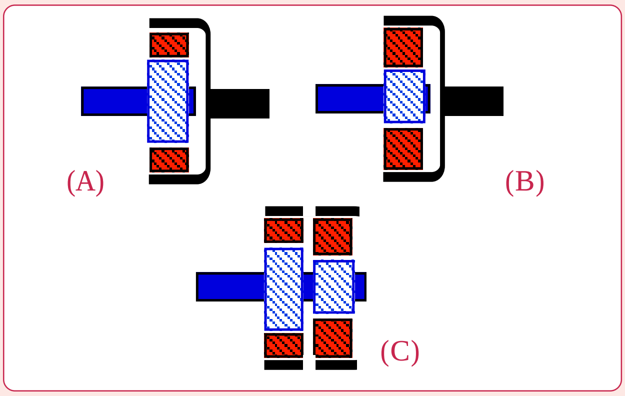
1st gear = 3.33;1
2nd gear = 1.43;1
Revers gear = 2.33;1

ගියර අනුපාතය	= G/R
සන් වීල් දැති ගනන	= T/S
රින් ගියර දැති ගනන	= T/R

දැති ගණන අනුව ගියර අනුපාතය වෙනස් කිරීම

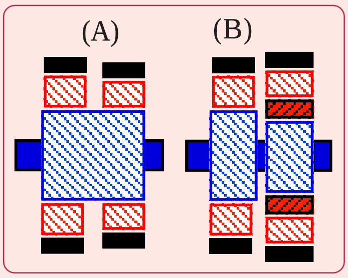
ඉහත දක්වා ඇත්තේ දැති 18 කින් යුත් සන්වීල් එකක් සහ දැති 42 ක් සහිත රින් ගියරයක් එක්කර සකසා ඇති එපිසයික්ලික් ගියර කට්ටලයක්, පළමු, දෙවන සහ රිවස් ගියර සඳහා යොදා ගැනුමේදී ගියර අනුපාත සැකසෙන ආකාරයයි. මෙහිදී පළමු ගියරය ලබා ගැනුමේදී ගියර අනුපාතය සොයන සමීකරණය ඉහළින්ම දක්වා ඇත. ඒ ආකාරයට දෙවන සහ තෙවන ගියර වලදීද ගියර අනුපාත ගණනය කරන ආකාරය සමීකරණ සටහන අයුරු පිළිවෙලින් වෙනස් ආකාරයට යොදා ගත යුතුවෙයි.

ඉහත සමීකරණ පෙලෙන් අපට තවත් එක් දෙයක් වටහාගත හැකිවෙයි. එනම් එපිසයික් කට්ටලයක සන් වීලයේ මෙන්ම රින් ගියරයේද දැති ගණන වෙනස් කිරීමෙන් ඉන් ලැබෙන ගියර අනුපාතය නව දුරටත් වෙනස්කල හැකි බවයි. සන්වීලයේ හෝ රින් ගියරයේ විශ්කම්භය වෙනස් කිරීමෙන් මෙය සිදු කල හැක.



සන්වීල් විශ්කම්බය අනුව ගියර අනුපාත වෙනස් කිරීම

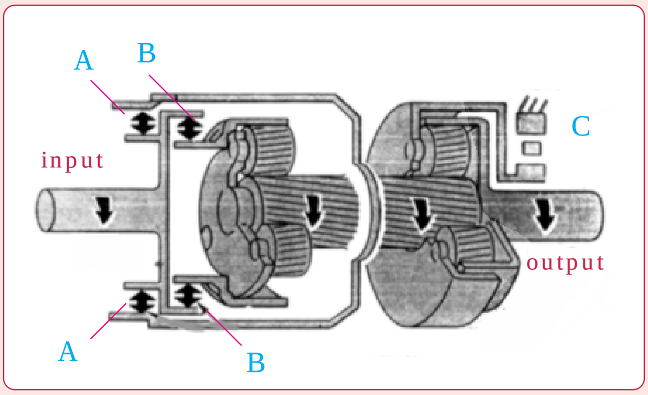
ඉහත A සහ B සටහනෙන් දක්වා ඇත්තේ එපිසයික්ලික් ගියර කට්ටල දෙකක් වන අතර ඒවායේ රින් ගියරය එකම විශ්කම්භයෙන් යුතු වුවත් සන් වීලය A එපිසයික්ලික් කට්ටලයට වඩා B කට්ටලයේ කුඩාය. මේ අනුව මෙම කට්ටල දෙක දෙවන ගියර අනුපාතය ලබා ගැනුමට සන් වීලය ලොක් කර රින් ගියරයෙන් එළවුයේ යයි සිතමු. එහෙත් මෙහිදී ලැබෙන ගියර අනුපාත දෙක එකකට එකක් වෙනස් වෙයි. මේ අනුව මෙම ගියර කට්ටල දෙක C සටහන අයුරු තනි ඒකකයක් ලෙස සකස් කර විශ්කම්භයෙන් වෙනස් එහෙත් පොදු සන් වීලයක් යොදා ගත හැකි වෙයි.



එපිසයික්ලික් ගියර දෙකක් එක් කර ගියර අනුපාත ලබා ගැනුම

මෙහි දක්වා ඇත්තේද ගියර අනුපාත සංඛ්‍යාව වැඩි කර ගැනුමට එපිසයික්ලික් ගියර කට්ටල දෙකක් ඒකාබද්ධ කරන තවත් ආකාර දෙකකි. මෙම A සටහනෙන් දක්වා ඇති නිර්මාණයේදී පොදු සන් වීලය තනි විශ්කම්භයට ගෙන ඇති අතර රින් ගියරයේ විශ්කම්භය වෙනස් කර ඇත. B සටහනෙන් දක්වා ඇති නිර්මාණයේ සන් වීලය මෙන්ම රින් ගියරද විශ්කම්භ දෙකකට ගෙන ඇත. එහිදී දකුණු පස එපිසයික්ලික් කට්ටලය සඳහා ප්ලැනට් වීල් විශ්කම්භය විශාල කරනු වෙනුවට එයට ප්ලැනට් වීල් දෙකක් යොදා ඇත. එමගින් එහි කැරකුම් දිසාවද වෙනස්කර ගත හැකිවේ.

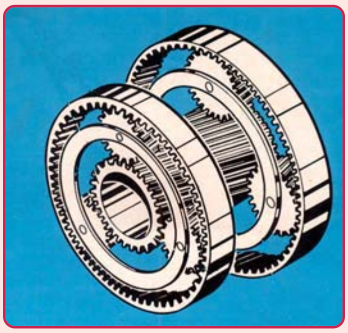
■ එපිසයික්ලික් ගියර ක්‍රියාකරවීම



සිර කිරීමට පහසු වීමට ගියර කට්ටල දෙකක් එක් කිරීම

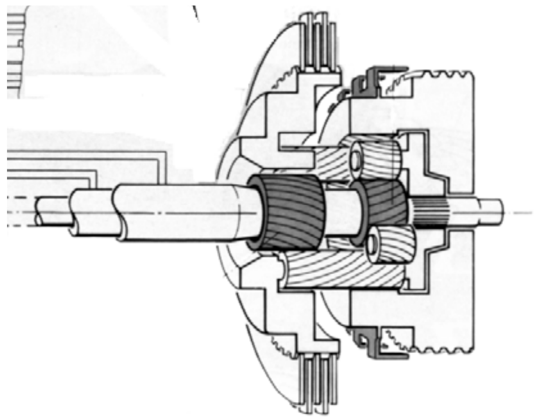
ගියර පෙට්ටියක් තුල එපිසයික්ලික් ගියර ක්‍රමය යොදා ගැනුමේදී වැඩි ඉඩක් යැවෙන්නේ එහි සන් වීල්, ප්ලැනට් වීල් සහ රින් ගියර සිර කිරීම සඳහා කල්ච් නිර්මාණය කිරීමටය. මෙහි දක්වා ඇති එපිසයික්ලික් ගියර යාන්ත්‍රනයේ මෙම ක්ලච් සවි කිරීම පහසුවීම සඳහා එපිසයික්ලික් ගියර දෙකක් එකට ඒකාබද්ධ කර ඇත. ඒ අනුව මෙහි A ක්ලචය සම්බන්ධ කිරීමෙන් පොදු සන් වීලය ඉන්පුට් ෂාෆ්ට් එකට සම්බන්ධ වී එය එන්ජිම මගින් කැරකවීම සිදුවේ. එය ලිහිල් කර B ක්ලචය සම්බනධ කල විට ඉන්පුට් ෂාෆ්ට් එක වම්පස එපිසයික්ලික් කොටසේ රින් ගියරයට සම්බන්ධ වේ. C ක්ලචය සම්බන්ධ කිරීමෙන් දකුණු පස එපිසයික්ලික් ගියරයේ ප්ලැනට් වීල් කට්ටලය සිර කල හැකිවේ.

මෙයට තවදුරටත් ක්ලච් සම්බන්ධ වන අතර මෙහි ඒ සියල්ල දක්වා නැත. කෙසේ හෝ මෙය ඉදිරි ගියර තුනක් සහිත එපිසයික්ලික් එකලසක් නිසා මෙහි ගියර කට්ටල දෙකේම සන්වීල් සහ රින් ගියර එකම විශ්කම්භයෙන් යුතුව ගෙන ඇත. එහෙත් මෙයම සන් වීල් විශ්කම්බය වෙනස් කිරීමෙන් අතිරේක ගියරයක් ගත හැකි ලෙස සැකසිය හැකිවේ.



විශ්කම්භ දෙකක් සහිත තනි සන් විලක් යොදා ගැනුම

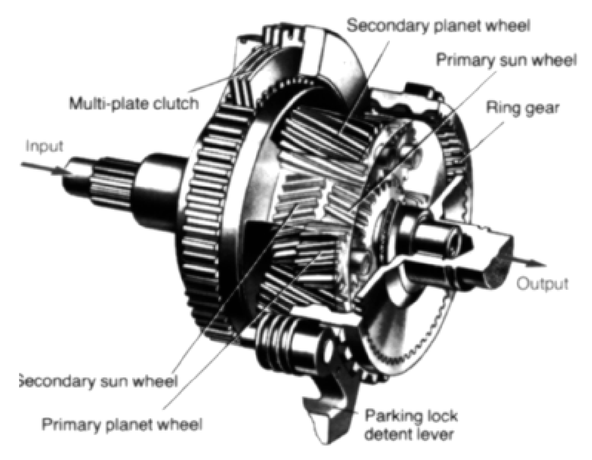
මෙහි දක්වා ඇත්තේද එපිසයික්ලික් ගියර කට්ටල දෙකක එකතුවක් වන නමුත් එහි පසුපස කට්ටලයට වඩා ඉදිරි කට්ටලයේ සන් වීලය මෙන්ම රින් ගියරයද විශ්කම්භය අඩුකර නිර්මාණය කර ඇත. මෙම ක්‍රමය යොදා ගැනුමෙන් නිෂ්පාදකයාට අවශ්‍ය ගියර අනුපාත ඒ අයුරින්ම ලබාගෙන තිබේ.



විශ්කම්භ දෙකකින් යුත් තනි සන්විලයක් සහ ප්ලැනට් වීල් සයිස් දෙකකින් යොදා ගනුම

මෙහි දක්වා ඇති එපිසයික්ලික් ගියර කට්ටල එකලස සඳහා තනි සන් වීලය විශ්කම්භ දෙකකින් යුතුව සකසා ඇති අයුරු පැහැදිලිව දක්වා තිබෙයි. මේ අතර මෙහි ප්ලැනට් වීල් කට්ටලයද කුඩා වීල් පන්ති දෙකක් සහිතව නිර්මාණය කර තිබෙයි. මෙහිදි යොදා ගැනෙන එක් කලවයක් පමණක් සටහනේ දක්වා තිබෙයි.

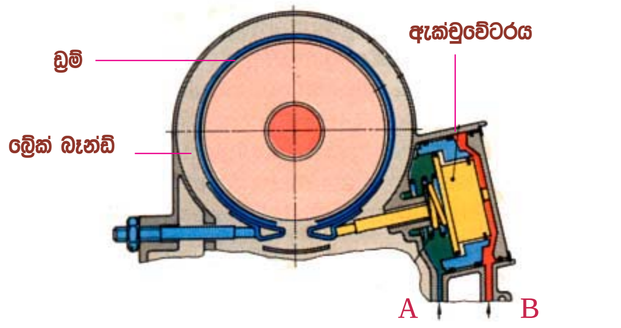
ඉහත ආකාරයට ගියර කට්ටල දෙකක් එකට බද්ධ කිරීම ක්‍රම කිහිපයකටම නිෂ්පාදකයින් විසින් සිදු කරන අතර ඒ සඳහා වැඩි වශයෙන්ම යොදා ගන්නා සැලසුම් දෙකක් වෙයි. ඉන් එකක් ප්‍රංශ ජාතික රවිනොක්ස් (Ravigneaux) නම් විද්‍යාඥයා විසින් නිර්මාණය කර ඇති අතර අනෙක අමෙරිකන් ජාතික හොවාර්ඩ් ඩබ්. සිම්සන් (Howard W. Simpson) විසින් සොයාගෙන තිබේ. මෙයට පෙර සටහනෙන් දක්වා ඇත්තේද මෙම සිම්සන් නිර්මාණයකි. එහෙත් මෙතෙක් අප නිදසුන් ලෙස ගනු ලැබුවේ වටහාගැනීමට පහසු ලෙස සකස් තකරන ලද ආදර්ශ සටහන් වන අතර එහි නියම ස්වරූපය දක්වන සටහනක්ද නිදසුනට ගනිමු.



සිම්සන් එපිසයික්ලික් ගියර එකතුව

මෙහි දක්වා ඇත්තේ සිම්සන් එපිසයික්ලික් ගියර කට්ටලයක් වන අතර එය විශ්කම්භ දෙකකින් යුත් පොදු සන් වීල් එකකට බද්ධ කරන ලද එපිසයික්ලක් ගියර පන්ති දෙකකින් සමන්විතව ඉතා කුඩාවට සකස් කරන ලද්දකි. මෙම සැකසුම පමණක් ගෙන ඉදිරි ගියර 4 ක් සහ රිවස් ගියරය සහිතව නවීන මෝටර් රථවල ඔටෝ ගියර පෙට්ටි සකසනු ලැබේ. මෙම සටහනෙන් එම ක්‍රියාකාරිත්ව වටහා ගැනුමට අපහසු නිසා මෙයට පෙර ඒ වෙනුවෙන් ආදර්ශ සටහන් ගණනාවක්ම ඉදිරිපත් කරන ලදි. මෙහිදි ඒ ඒ ගියර අනුපාත ලබා ගැනුමට එහි සන් වීල්, ප්ලැනට් වීල් සහ රින් ගියර එක් එක් ආකාරයට සිර කිරීම කළ යුතුවේ. ඒ සඳහා යොදා ගන්නා ක්ලච් නිර්මාණයව ඇති ආකාරයද මෙහිදි සුළුවෙන් හෝ අවබෝධ කර ගනිමු.

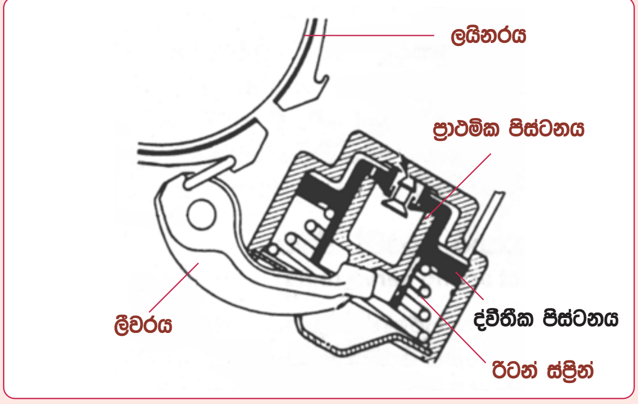
හයිඩ්‍රොලික් සර්වෝ මගින් බ්‍රේක් බෑන්ඩ් ක්‍රියාකරවීම



හයිඩ්‍රොලික් ඇක්චුවේටරය මගින් බ්‍රේක් බෑන්ඩ් තද කිරීම

මෙහි දක්වා ඇත්තේ එපිසයිකිල්ක් ගියර පද්ධතියක විශේෂයෙන්ම රින් ගියරය සිර කරන හයිඩ්‍රොලික් සර්වෝ එකක නිර්මාණයයි. රින් ගියරය පිටතින් ඇති නිසා එයට සටහන අයුරු ඩ්‍රම් එකක් සවිකර එය වටා බ්‍රේක් බෑන්ඩ් එකක් සවි කරනු ලැබේ. ඉන්පසු එය ක්‍රියාකරවන හයිඩ්‍රොලික් ඇක්චුවේටරයට A විවරය නිදහස් කර B විවරයෙන් තෙල් පීඩනය සැපයීමෙන් එහි පිස්ටනය ඉදිරියට තල්ලුවී බ්‍රේක් බෑන්ඩ් එක මගින් ඩ්‍රම් එක සිරකර ගනී. ගියරය නිදහස් කිරීමට B විවරය විවෘත කර A විවරයෙන් තෙල් පීඩනය

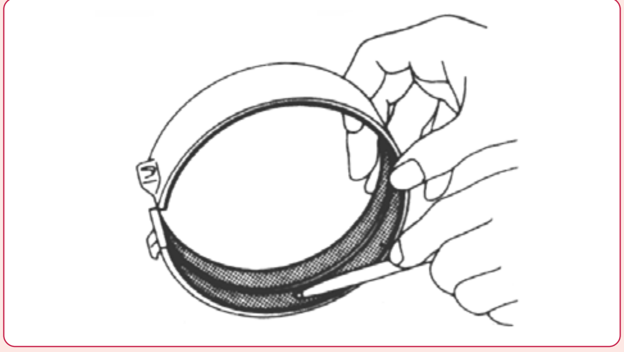
සැපයේ. ඇතැම් විට මෙලෙස තෙල් පීඩන චේම්බර දෙකක් ඇතුලත් නොකර ප්‍රබල රිටන් ස්ප්‍රින් එකක් යොදා තනි චේම්බරයෙන්ද මෙය ක්‍රියා කරවීමට සකසන අවස්ථා ඇත.



තනි චේම්බරය සහිත හයිඩ්‍රෝලික් සර්වෝ ඒකකයක්

මෙහි දක්වා ඇත්තේ රිටන් ස්ප්‍රින් එකක් සහිත හයිඩ්‍රොලික් සර්වෝ ඇක්චුවේටරයක් වන අතර එයට සවි වන්නේ එක් හයිඩ්‍රොලික් තෙල් ලයින් එකකි. මෙහි ඇක්චුවේරය පිස්ටන් දෙකකින් යුක්ත අතර එහි ප්‍රාථමික පිස්ටනය සහිත චේම්බරය ප්‍රමාණයෙන් කුඩා වුවකි. මේ නිසා බ්‍රේක් බෑන්ඩ් ප්ලේ එක ක්ෂණිකව ඉවත් කිරීමට එය ක්‍රියාත්මක වේ. එය පිරුණු පසු පීඩන තෙල් ද්වීතික පිස්ටනයටද යොමුවීමෙන් මෙම පිස්ටන් දෙකම එකතුව බෑන්ඩ් එක තදින් සිර කරනු ලබයි.

බ්‍රේක් බෑන්ඩ් නිර්මාණය



බ්‍රේක් බෑන්ඩ් එකකට ලයිනරය සවිව ඇති අයුරු

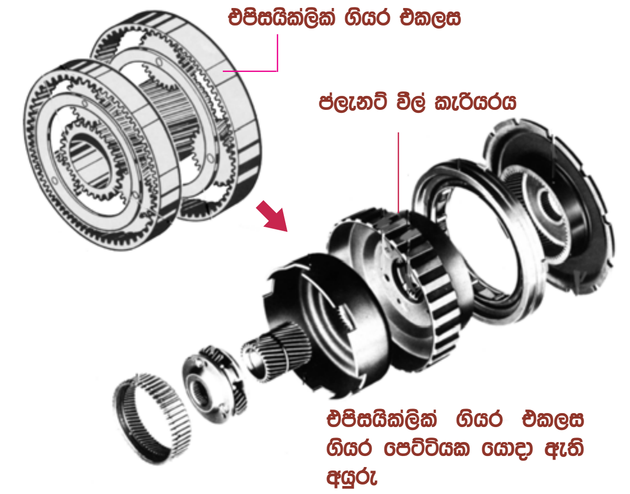
මෙහි දක්වා ඇත්තේ බ්‍රේක් බෑන්ඩ් එකක නිර්මානයයි. වානේ මිශ්‍ර ලෝහයෙන් මෙය නිර්මාණය කර ඇත්තේ එය යොදන ඩ්‍රම් එකේ විෂ්කම්බයට මදක් විශාල විශ්කම්බයක් ඇති වන ලෙසට බැවින් එය නිදහස් අවස්ථාවේ ඩ්‍රම් එක හා ස්පර්ශ නොවී පවතී. එමෙන්ම එම වැඩි හැඩය නිසා මෙය මගින් දුන්නක ආතතියද ලබා දෙන අතර එය බෑන්ඩ් එක නිදහස් අවස්ථාවේ ඩ්‍රම් එක සහ ලයිනරය ඈත් කර තබයි.

බෑන්ඩ් එක ඇතුල් පැත්තේ ලයිනරය අලවා ඇති අයුරු සටහනේ පෙන්වා තිබෙයි. මෙම සම්පූර්ණ බ්‍රේක් බෑන්ඩ් එකම නිතර තෙල් වලින් නැහැ වෙමින් පවතින බැවින් එය බ්‍රේක් කිරීමේදි ලෙස්සායාම වළක්වා අවශ්‍ය ඝර්ෂණය ඇති කිරීමට මෙම ලයිනරය සිහින් වා සිදුරු (Porus) සහිතව නිපදවා ඇත. එමගින් එය සිරවීමේදි ඩ්‍රම් එක මත ඇති තෙල් පටලය එම සිදුරු තුලට උරා ගෙන තෙල් පටලය සම්පූර්ණයෙන්ම ඉවත් වීමෙන් අවශ්‍ය ඝර්ෂණය ලබා දේ.

හයිඩ්‍රොලික් ඇක්චුවේටරය සහ බ්‍රේක් බෑන්ඩ් නිමවුම

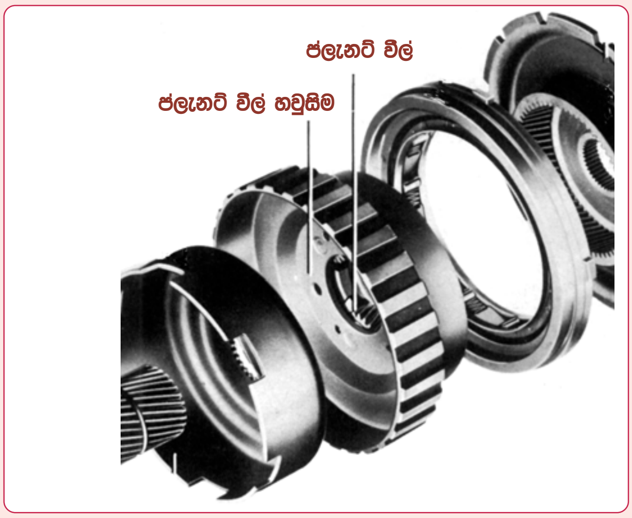
පෙර පිටුවේ අවසන් සටහනෙන් දක්වන ලද හයිඩ්‍රොලික් ඇක්චුවේටරය සහිත බ්‍රේක් බෑන්ඩ් එක මෙහි කොටස් වලට වෙන්කර දක්වා ඇත. මේ ආකාරයට රින් ගියරයට ඩ්‍රම් එකක් සවි කිරීමෙන් එය පහසුවෙන් සිර කිරීමට හැකි ලෙස නිර්මාණය කල හැක. එහෙත් එපිසයික්ලික් කට්ටලයක ඇතුලත ඇති ප්ලැනට් වීල් කැරියර් හෝ සන් වීලය මේ ආකාරයට සිර කිරීම අපහසු වුවද ඒවාට කොටස් බද්ධ කර පිටතින් මෙලෙස ඩ්‍රම් සවි කිරීමෙන් බ්‍රේක් බෑන්ඩ් යොදා සිර කල හැකි ලෙස සකසා තිබේ. එහෙත් ඒ දෙක බහුලව සිර කරනු ලබන්නේ මල්ටි ප්ලේට් ක්ලච් යොදා ගැනුමෙනි. ඒ පිළිබඳවද මෙහිදි යම් පමණකට දැනුවත් වෙමු.

මල්ටි ප්ලේට් ක්ලච් යොදා ගැනුම



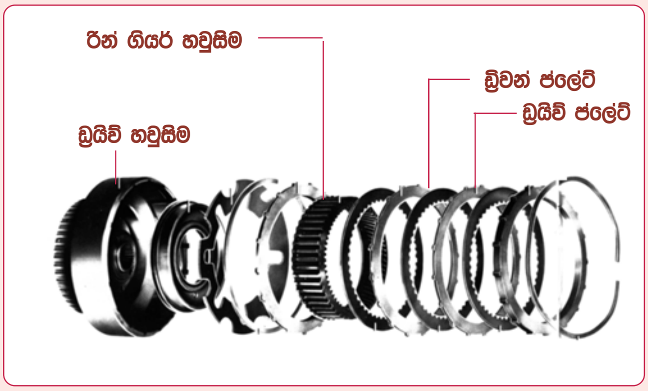
මල්ටි ප්ලේට් ක්ලච් යෙදිය හැකි ලෙස සිම්සන් ගියර කට්ටලය නිර්මාණය කරන අයුරු

මෙම සටහන ඉහළින් දක්වා ඇත්තේ සිම්සන් ගියර කට්ටලයක නිර්මාණයයි. එය ආදර්ශ සටහනකි. ගියර පෙට්ටියක යොදා ඇති මෙම සිම්සන් ගියර කට්ටලයකින් කොටසක් පමණක් වෙන් කර සටහන පහතින් දක්වා ඇත. එහි ප්ලැනට් වීල් කැරියරයට විශාල කප් එකක් සවිකර එහි බඳ පිටතට ගෙන ඇත. එහෙත් එය බ්‍රේක් බෑන්ඩ් එකක් සවි කරන්නේ සිර කර නතරකර තැබීමට පමණි. එහෙත් එය ඩ්‍රයිව් වීලයක් හා කැරකවීමට සම්බන්ධ කිරීමට නම් මල්ටි ප්ලේට් ක්ලචයක් යොදා ගත යුතුය. මෙයට මල්ටි ප්ලේට් ක්ලචයක් සවිවන ආකාරය මීළඟට අවබෝධ කර ගනිමු.



ප්ලැනට් වීල් කැරිය සිරකල හැකි ලෙස නිර්මාණය කිරීම

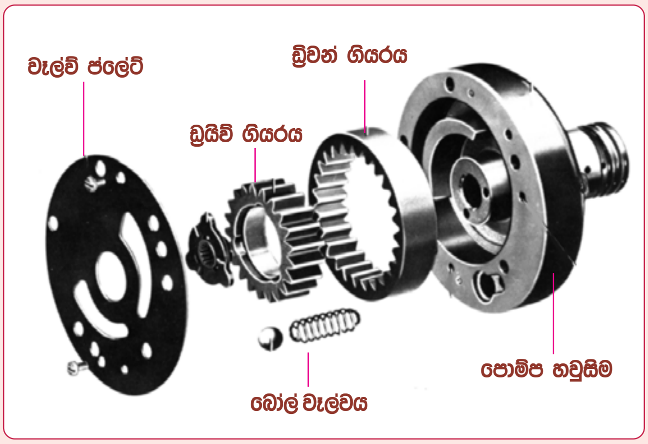
පෙර සටහනේ දක්වන ලද ප්ලැනට් වීල් කැරියරය මෙහි විශාල කර දක්වා ඇත. එහි ප්ලැනට් වීල් වලට විශාල හවුසිමක් සවි කර පිටතින් එය සිර කලහැකි ලෙසට නිර්මාණය කර තිබේ. එම හවුසිම මතුපිටින් කානු සකසා ඇත්තේ එයට මල්ටි ප්ලේට් ක්ලචයක් සවි කිරීමටය. මේ ආකාරයට සන්වීලය පමණක් නොව රින් ගියරයද සිර කල හැකි ලෙස සැකසිය හැකිවේ. මෙලෙස රින් ගියරය මල්ටි ප්ලේට් ක්ලච් මගින් සිර කිරීමට සකසා ඇති ආකාරය පහතින් දක්වා ඇති අතර එමගින් මල්ටි ප්ලේට් ක්ලච් නිර්මාණයද වටහා ගත හැකි වනු ඇත.



මල්ටි ප්ලේට් ක්ලච් ක්‍රමය නිර්මාණය කර ඇති අයුරු

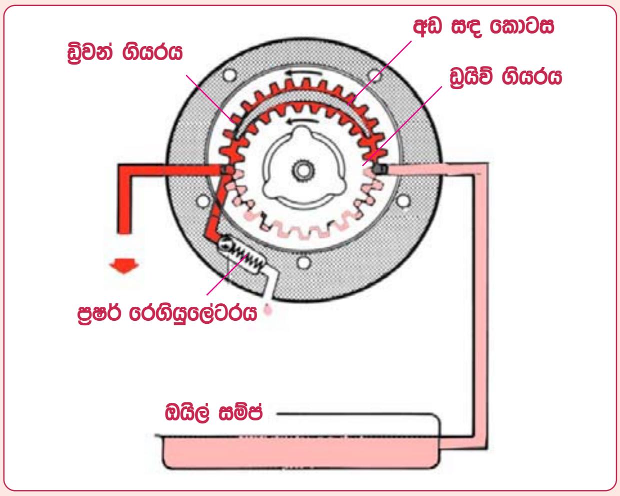
මල්ටි ප්ලේට් ක්ලචයක් මගින් රින් ගියරයක් සිර කරන ආකාරය මෙහි දක්වා ඇත. මෙම රින් ගියරය වටා ඇති හවුසිමේ කානු වලට දක්වා ඇති ඩ්‍රිවන් ප්ලේට් එනම් එළවෙන තැටි සමූහයක් සවි වෙයි. මෙම ඩ්‍රිවන් ප්ලේට් සමඟ මාරුවෙන් මාරුවට ඩ්‍රයිව් ප්ලේට්ද සවි වන අතර එම ඩ්‍රයිව් ප්ලේට් වම් පසින් ඇති ඩ්‍රයිව් හවුසිමේ ඇතුලත කානු වලට ගිල්වා තිබේ. මේ අනුව මෙම මල්ටි ප්ලේට් එකලස එක් පැත්තකින් හයිඩ්‍රොලික් පීඩනය මගින් සිරකරන විට තනි කොටසක් බවට පීඩනය වී සිරවේ. එවිට රින් ගියර් හවුසිම ඩ්‍රයිව් හවුසිමට සවි වී එය මගින් රින් ගියරය එළවීම සිදුවේ. මෙය සිර කිරීමට අවශ්‍ය තෙල් පීඩනය එන්ජිම හා ක්‍රියාකරන හයිඩ්‍රොලික් පොම්පයක් මගින් සපයන අතර එම පොම්පයද ගියර පෙට්ටිය ඇතුලතම සවිව තිබෙයි. එහි නිර්මාණයද අවබෝධ කර ගනිමු.

හයිඩ්‍රොලික් පොම්පය



හයිඩ්‍රොලික් පීඩන පොම්පයේ නිර්මාණය

ඔටෝ ගියර පෙට්ටි වල ක්‍රියාකාරිත්වය සඳහා තෙල් පීඩනය සපයන පොම්පයක ඇතුලත කොටස් මෙහි දක්වා ඇත. මෙය ගියර පෙට්ටිය තුල සවිවුවද එය එන්ජිමේ ෆ්ලයිවීලයට රොඩ් එකක් හරහා සවිව එන්ජින් වේගයට සමාන වේගයකින් කැරකීම සිදුවෙයි. මෙය මගින් සපයන තෙල් පීඩන ධාරාවෙන් ගියරපෙට්ටියේ කොටස් වලට අවශ්‍ය ස්නේහනය ලබාදීම, ටෝක් කන්වර්ටරයට තෙල් සැපයීම, ක්ලච් ක්‍රියාකාරිත්වය සඳහා අවශ්‍ය හයිඩ්‍රොලික් පීඩනය සැපයීම එන්ජින් වේගයට සහ රථයේ වේගයට සාපේක්ෂ තෙල් පීඩන ධාරා සකසා ගැනුම වැනි කාර්යයන් රැසක් සිදුවේ. මෙහි ඇති ගියර වීල් දෙක මගින් තෙල් පීඩනය කිරීම සිදුවන අයුරු පහතින් දැක්වේ.



හයිඩ්‍රොලික් ප්‍රෂර් පොම්පයේ ක්‍රියාකාරිත්වය

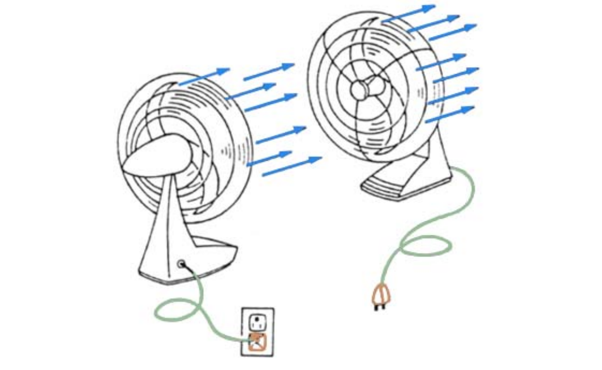
මෙහි දක්වා ඇත්තේ පෙර සටහනෙන් දක්වන ලද පොම්පය මගින් තෙල් පීඩනය වන ආකාරයයි. එන්ජිම මගින් මෙහි ඩ්‍රයිව් ගියර වීලය අඩ සඳ කොටස මගින් නිර්මාණය කල වෘතය තුල කරකවන අතර එහි දැති මගින් ඩ්‍රිවන් වීලය කරකවනු ලැබේ. මෙහිදී දකුණු පසින් ගියර දැති ඈත් වීමෙන් සෑදෙන කුහරයේ ඇතිවෙන චූෂණය මගින් තෙල් ඇද ගැනීම සිදුවේ. ඉන්පසු අඩ සඳ කොටස අතරින් යාමේදී මෙලෙස දැති අතරට ඇදගත් තෙල් පරිමාව එය වම්පස කෙලවරට ගමන් කිරීමේදී දැති අතර පරිමාව අඩුවීම නිසා පීඩනයවී පිටතට නිකුත් කෙරේ. මෙහි ප්‍රෂර් රෙගියුලේටරය පොම්පය තුලම සවි වුවත් බොහෝ ඔටෝ ගියර පෙට්ටි තුල එය පොම්පයට පිටතින් සවි කෙරෙයි.

■ ෆ්ලුයිඩ් ෆ්ලයි වීලය. /Fluid Flywheel

ඔටෝ ගියර ක්‍රමයේ මූලික අදහස වූයේ ක්ලචය ඉවත් කිරීමයි. ඒ සඳහා ගියරයකින් ගියරකට මාරුවීමේදී එන්ජින් සම්බන්ධය විසන්ධි කිරීමේ අවශ්‍යතාවය ඉවත් කිරීමට එපිසයික්ලික් ගියර ක්‍රමය යොදා ගැනුමට සිදුවිය. මුලින් එහි ගියර මාරු කිරීම රියදුරු මගින් සිදු වුවත් එයම පසුව ඔටෝ ගියර පෙට්ටිය බවටද පත්විය. එහිදී ගියර මාරුවීම සිදු වූයේ රියදුරු අනු දැනුම නොමැතිවය.

ඉහත සඳහන් ගියර ක්‍රම දෙකේදීම යොදා ගැනුනු එපිසයික්ලික් ගියර ක්‍රමයේ වාසිය ගියරයකින් ගියරයකට මාරුවීම සඳහා එන්ජින් සම්බන්ධය විසන්ධි කිරීමට අවශ්‍ය නොවීමයි. මන්ද මෙහිදී ගියර වීල් යාන්ත්‍රික ලෙස සම්බන්ධ වීම සිදු නොවුනු බැවිනි. එහෙත් හදිසි බ්‍රේක් යෙදීමකදී එන්ජිම ගියර පෙට්ටියෙන් නිදහස් කිරීමට ක්ලචයක් අවශ්‍ය විය. එවගේම එන්ජිම පනගන්වා රථය ගැස්මකින් තොරව සුමටව පිකප් කිරීම සඳහාද ක්ලචයක් අවශ්‍ය විය. මේ සඳහා මුලින්ම යොදා ගනු ලැබුවේ ෆ්ලුයිඩ් ෆ්ලයිවීලයයි. පසුව එහි කල නවීකරණයක් නිසා මෙම ෆ්ලුයිඩ් ෆ්ලයිවීලයම ටෝක් කන්වර්ටරය නමින් හැඳින් වුනි. අපි මුලින්ම ෆ්ලුයිඩ් ෆ්ලයිවීලයේ ක්‍රියාකාරිත්ය අවබෝධ කර ගනිමු.

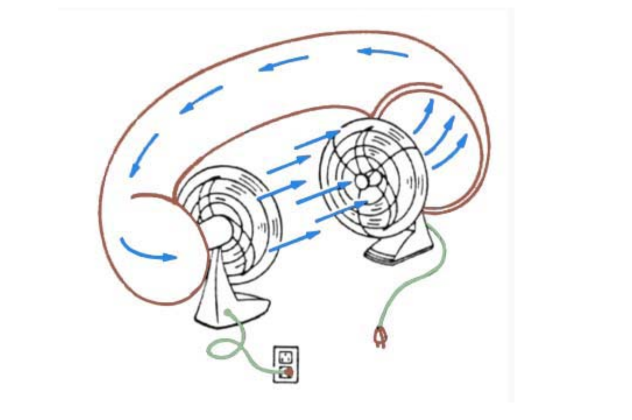
ෆ්ලුයිඩ් ෆ්ලයිවීලය තුල ඇත්තේ තෙල් තුල බහාලන ලද ෆෑන් දෙකකි. ඉන් එන්ජිමට සම්බන්ධ ෆෑන් එක කැරකීමෙන් ඇතිවෙන තෙල් ධාරාවෙන් ගියර පෙට්ටියට සම්බන්ධ ෆෑන් එක කැරකීම සිදුවේ. ෆ්ලුයිඩ් ෆ්ලයිවීලයක් හරහා කැරකුම් බලය සම්ප්‍රේෂණය වන්නේ ඒ ආකාරයටය. මෙය වටහා ගැනුමට පහසු නිදසුනක් පහත දැක්වේ.



ෆ්ලුයිඩ් ෆ්ලයිවීල් ක්‍රියාකාරිත්වය සඳහා සරල නිදසුනක්

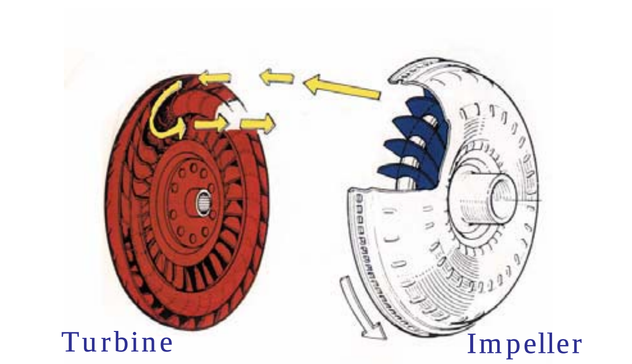
මෙහි දක්වා ඇති නිදසුන මගින් ෆ්ලුයිඩ් ෆ්ලයිවීල් ක්‍රියාකාරිත්වය පහසුවෙන් වටහාගත හැකිය. මෙහි ඇත්තේ මුහුණට මුහුණ ලා සවිකරන ලද ටේබල් ෆෑන් දෙකක් වන අතර ඉන් එක් ෆෑන් එකක් විදුලියට සම්බන්ධ කර ක්‍රියාකරවීමට සළසා තිබේ. ඉන් පිටවෙන සුළං ධාරාවෙන් නිදහස්ව ඇති අනෙක් ෆෑන් එක ක්‍රියාත්මකව මද වේලාවකින් මෙම ෆෑන් දෙකම එකම වේගයකට පත්වේ. ෆ්ලුයිඩ් ෆ්ලයිවීලය තුලද ඇත්තේ මෙම ක්‍රියාකාරිත්වයම නමුත් එහිදී වාතය වෙනුවට බලය සම්ප්‍රේෂණය කරනු ලබන්නේ තෙල් මගිනි.

පෙර සටහනෙන් දක්වන ලද ටේබල් ෆෑන් නිදසුනට ෆ්ලුයිඩ් ෆ්ලයිවීලය සමාන වුවත් මෙහි එක අඩු පාඩුවක් අපට දැකිය හැකිවෙයි. එනම් මෙම නිදසුනේදී, එක් ෆෑන් එකකින් ඇති කරන සුළං ධාරාවෙන් ඉතිරි ෆෑන් එක කරකවා එයින් පිටතට විහිදී යන සුළං ධාරාවල තව දුරටත් ශක්තිය ගැබ්ව තිබෙයි. එනම් ශක්තිය අපතේ යයි. පහත සඳහන් අයුරු එම අපතේ යන ශක්තිය වළක්වාගත හැකිය.



ශක්තිය අපතේ නොයන ලෙස ආදර්ශ නිර්මාණය සැකසීම

මෙම සටහන අයුරු විදුලියට සම්බන්ධ නොකල ෆෑන් එකෙන් මිදී පිටව යන වාත ධාරාව නැවතත් විදුලියට සම්බන්ධ ෆෑන් එකටම යොමු කිරීමෙන් එහි පෙති අතරින් නැවතත් එම වාත ධාරාව විදුලියට සම්බන්ධ නොකල ෆෑන් එකටම යොමු කල හැකිය. එවිට ශක්තිය අපතේ යාම වළකී. එමෙන්ම එහිදී විදුලියට සම්බන්ධ ෆෑන් එකට යෙදුනු ලෝඩ් එක අඩුවීමෙන් විදුලිය පිරිමැසේ. එනම් ශක්තිය අපතේයාම චක්‍ර ආකාරයකින් වැළකී ඇත. දැන් අපි මෙම න්‍යාය යටතේ ෆ්ලුයිඩ් ෆ්ලයිවීලය නිර්මාණයව ඇති අයුරු සොයා බලමු.

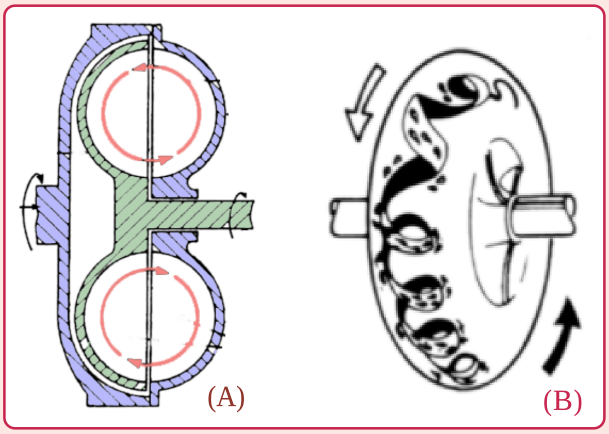


දෙපළු කල ෆ්ලුයිඩ් ෆ්ලයිවීල් එකක්

මෙහි දක්වා ඇත්තේ දෙපළු කරන ලද ෆ්ලුයිඩ් ෆ්ලයිවීලයකි. මෙහි ඉම්පෙලරය එන්ජිමෙන් කරකවන අතර එය මගින් ඇති කරන තෙල් ධාරාව ටර්බයිනයේ වැදීමෙන් ටර්බයිනය කැරකවේ. ඒ සමඟම ටර්බයිනය හරහා පිටවෙන තෙල් ධාරාව නැවත ඉම්පෙලරය පසු පසින් ඇතුල් කිරීමෙන් ශක්තිය අපතේ යාම සිදු නොවෙයි. මේ අනුව මෙම ඉම්පෙලරය එන්ජිමටත් ටර්බයිනය ගියර පෙට්ටියටත් සම්බන්ධ

කිරීමෙන් එන්ජිමේ සිට බලය ගියර පෙට්ටියට සම්ප්‍රේෂණය කල හැකිය. ඒ අතරම ක්ලචයකින් බලාපොරොත්තු වූ සේවාවද මෙමගින් ලබාගත හැකිය. මන්ද, මෙම ඉම්පලරය කැරකෙන වේගය අඩුවන විට එය මගින් ඇති කරන තෙල් ප්‍රවාහය දුර්වල වී ටර්බයිනය කැරකවීම ඉතා සෙමින් සිදුවන බැවිනි. ඒ අනුව ගියර පෙට්ටිය හරහා රථයේ රෝද මෙයට ලෝඩ් වන විට එය සම්පූර්ණයෙන්ම නතරවෙයි. එහෙත් ඇක්සලරේටරය තද කරන විට එනම් එන්ජින් වේගය වැඩි කරන විට මෙම ටර්බයිනය කැරකෙන වේගය වැඩි වී අවසානයේ ඉම්පලරයේ වේගයටම පත් වෙයි.

ඉහත ආකාරයට එන්ජින් වේගය අඩුවන විට ටර්බයින් වේගයද අඩුවීම නිසා දැන් රථය අපහසුවකින් තොරව බ්‍රේක් කල හැකිය. මන්ද එහිදි ඇක්සලරේටරයෙන් පය ඉවත් කිරීම නිසා එන්ජින් වේගය අඩුවී ටර්බයිනයද නතරවන බැවිනි. එමෙන්ම රථය සුමට ලෙස පිකප් කිරීමද කල හැකිය. මන්ද අයිඩ්ල වේගයේදි ටර්බයිනය නතරව තිබීමෙන් රථය පිකප් නොවන අතර ඇක්සලරේටරය තද කරන විට පමණක් ක්‍රම ක්‍රමයෙන් එය කැරකීමෙන් සුමට අයුරින් ටර්බයින් වේගය වැඩි කරන බැවිනි.



ෆ්ලූයිඩ් ෆ්ලයිවීලය තුල තෙල් ක්‍රියාකරන අයුරු

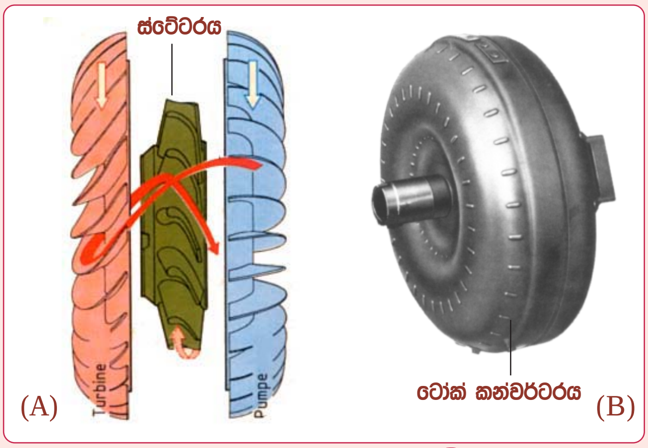
මෙහි A සටහනෙන් දක්වා ඇත්තේ ෆ්ලූයිඩ් ෆ්ලයිවීලය තුල ඉම්පලරය මගින් ටර්බයිනය කරකවන ආකාරයයි. මෙහිදි ඉම්පලරයේ මෙන්ම ටර්බයිනයේ තල අතුරින් තෙල් ධාරාව සටහන අයුරු සුලියක් මෙන් නොකැඩී ක්‍රියාකරයි. ඒ අතරම එම සුලිය B සටහන අයුරු ඉම්පලරයේ වේගයෙන්ම ෆ්ලූයිඩ් ෆ්ලයි වීල් කුහරය තුල කැරකීමද සිදුවේ. ඒ අනුව මෙම සුලියට හසුවන ටර්බයින් තලද එම වේගයෙන්ම කැරකීම සිදුවේ. ඒ ඉම්පලරය වේගයෙන් කැරකවෙන විටදිය. මේ අනුව මෙම ෆ්ලූයිඩ් ෆ්ලයිවීලයක් සාමාන්‍ය මැනුවල් ක්ලචයකට වඩා කාර්යක්ෂමතාවයෙන් වැඩි වෙයි. මන්ද සාමාන්‍ය මැනුවල් ක්ලචයකට ලෝඩ් එක යෙදුනු විට සිදුවන ලෙස්සායාමට වඩා ඉතාමත් අවම වූ අගයකින් මෙම ෆ්ලූයිඩ් ෆ්ලයිවීලය තුල ඉම්පලරය සහ ටර්බයිනය අතර ලෙස්සා යාම සිදුවන බැවිනි. එහෙත් ඒ එන්ජින් වේගය වැඩිවන විටදි පමණි. එන්ජින් වේගය අඩුවන විට මෙම තෙල් සුලිය ඇති නොවන බැවින් එහිදි ටර්බයිනය නතර වෙයි.

■ ෆ්ලූයිඩ් ෆ්ලයි වීලයට තෙල් සැපයීම

ෆ්ලූයිඩ් ෆ්ලයි වීලය ක්‍රියාකරවීමට එයට තෙල් පිරවිය යුතුය. එහෙත් එහි ක්‍රියාකාරිත්වය සඳහා තෙල් සුලියක් ලෙසින් ඇතිවිය යුතු බැවින් එයට තෙල් පුරවනු ලබන්නේ අඩක් පමණය. තවද ක්‍රියාකිරීමේදි මෙම තෙල් ඉතා උණුසුම් වන බැවින් එහිදි සිදුවන ප්‍රසාරණය ආවරණය කර ගැනුමටද මෙම හිස් ඉඩ අවශ්‍ය විය. එහෙත් මෙලෙස තෙල් උණුසුම් වන විට එහි දුස්ස්‍රාවිතාවය එනම් විස්කොසිටි (viscosity) අගය අඩුවන බැවින් එය වළක්වා ගැනුමට මෙම තෙල් සිසිල් කලයුතු විය. මේ සඳහා පසු කාලයේදි කරනු ලැබුවේ ෆ්ලූයිඩ් ෆ්ලයිවීලය තුලට නියත තෙල් පරිමාවක් පුරවනු වෙනුවට ඒ හරහා ගියර පෙට්ටියේ තෙල් සංසරණය කරවීමයි. මේ අනුව පොම්පය මගින් තෙල් සෘජුවම ෆ්ලූයිඩ් ෆ්ලයිවීලය තුලට පොම්ප කර ඉන්පසු එය පද්ධතියේ තෙල් පීඩන අංශයට යොමු කරන ලදි. ගියර පෙට්ටියේ තෙල් කූලරය හරහා සිසිල් කිරීමේදි මෙම තාපයද ඉවත් කල හැකිවිය.

■ ෆ්ලූයිඩ් ෆ්ලයවීලය භාවිතයෙන් ඉවත් වීම

එපිසයික්ලික් ගියර ක්‍රම ආරම්භයේ සිටම ෆ්ලූයිඩ් ෆ්ලයිවීලය එහි ක්ලචය වෙනුවට යොදා ගැනුනු අතර පසු කාලයේදි එපිසයික්ලික් ගියර ක්‍රමය ඔටෝ ගියර බවට පත්වීමේදිද ෆ්ලූයිඩ් ෆ්ලයිවීලය ඔටෝ ගියර සඳහාද යොදා ගැනුනි. මෙලෙස වසර විස්සකට පමණ පසුව එනම් 1940 දශකය අවසන් වන්නට ආසන්නව ටෝක් කන්වර්ටරය නිර්මාණය කිරීමත් සමඟ සෑම මෝටර් රථ සමාගමක්ම ෆ්ලූයිඩ් ෆ්ලයිවීලය ඉවත් කර ඒ වෙනුවට ටෝක් කන්වර්ටරය යොදා ගන්නා ලදි.



ටෝක් කන්වර්ටරය ක ඇතුලත නිර්මාණය

ෆ්ලූයිඩ් ෆ්ලයිවීලයක ඉම්පලර් වේගයත් ටර්බයින් වේගයත් එකසමාන නිසා එහි එහි ගියර අනුපාතය 1:1 කි. එහෙත් ඉහත A සටහන අයුරු ඉම්පලරය සහ ටර්බයිනය අතරට කුඩා ස්ටේටර් ෆෑන් එකක්ද යොදා ගැනුමෙන් මේ දෙක අතර ගියර අනුපාතය එන්ජින් අඩු වේගයේදි පමණක් 2:1 ක් ලෙස ලබා ගැනුමට හැකි වූ අතර මේ හේතුවෙන් ටෝක් කන්වර්ටර සහිත ඔටෝ ගියර රථ ඉතා හොඳින් පිකප් කිරීමට හැකි විය. 3 වන නිබන්ධයෙන් එය විස්තර කෙරෙනු ඇත.