හයිබ්‍රිඩ්-ඉලෙක්ට්‍රික් මෝටර් රථ තාක්ෂණය.

හයිබ්‍රිඩ් කියපු සැනින් ලංකාවෙ අපි ගොඩක් අයට මතක් වෙන්නෙ Prius, Aqua, Grace, Insight, Fit,...වගේ සාපේක්ෂව ටිකක් මිලෙන් වැඩි, සංකීර්ණ තාක්ෂණයන් තියෙන වාහන; Hybrid Synergy Drive, IMA, S-ene Charge වගේ වචන වෙන්න පුලුවන්. ඒත් ඇත්තටම මේ හයිබ්‍රිඩ් මෝටර් රථ කියන්නෙ මොනවද, ඒවට පදනම් වෙලා තියෙන තාක්ෂණික සංකල්ප මොනවද, ඒවා දියුණු කෙරිල තියෙන සහ ඉදිරියට දියුණු වෙන්න පුලුවන් පැති මොනවද, එක් එක් ආකාරයට හයිබ්‍රිඩ් මෝටර් රථ වර්ගීකරණය වෙන්නෙ කොහොමද වගේ කාරණා ගැන හොඳ අවබෝධයක් ඇති කරගන්න එක වැදගත්. හයිබ්‍රිඩ් මෝටර් රථ කිව්වම එකිනෙකට වෙනස් ප්‍රභවයන් දෙකක් හෝ කීපයක් මගින් බලගැන්වෙන, විශාල පරාසයක් පුරා පැතිරුණ මෝටර් රථ වර්ගීකරණයන් ගණනාවක් තියෙනවා. ඒ අතරින් වඩාත් සුලබව තියෙන, ගොඩක් දෙනා දන්න හයිබ්‍රිඩ්-ඉලෙක්ට්‍රික් මෝටර් රථ (සාමාන්‍ය අභ්‍යන්තර දහන එන්ජිමක් සහ විදුලි මෝටරයක් මගින් බලගැන්වෙන) ගැන තමයි මේ ලිපි පෙලින් කතා කරන්න බලාපොරොත්තු වෙන්නේ.

දැන් අපි බලමු හයිබ්‍රිඩ්-ඉලෙක්ට්‍රික් මෝටර් රථ ගැන මූලික හැඳින්වීමක්. හයිබ්‍රිඩ්-ඉලෙක්ට්‍රික් මෝටර් රථයක(Hybrid Electric Vehicle - HEV - පහසුව සඳහා මින් පසු "හයිබ්‍රිඩ් මෝටර් රථ" කියල යොදාගන්නවා) සාමාන්‍යයෙන් විද්‍යුත් ශක්තිය සහ ඉන්ධන වල අඩංගු රසායනික ශක්තිය ලෙස එකිනෙකට වෙනස් ශක්තීන් වර්ග දෙකක් භාවිත වෙනවා. මෙහිදී බැටරියක ගබඩා කරල තියෙන විද්‍යුත් ශක්තිය භාවිතයෙන් විදුලි මෝටරයක් මගින් අවශ්‍ය ප්‍රකර්ෂණ බලයෙන් කොටසක් ලබාගන්නවා. අනෙක් අතට ඉන්ධන ටැංකියක ගබඩා කරල තියෙන ඉන්ධන වල අඩංගු රසායනික ශක්තිය අභ්‍යන්තර දහන එන්ජිමක් මගින් යාන්ත්‍රික ශක්තිය බවට හරවා ප්‍රකර්ෂණ බලයේ ඉතිරි කොටස ලබාගන්නවා. අභ්‍යන්තර දහන එන්ජිමක් භාවිත නොකර ඉන්ධනයක අඩංගු රසායනික ශක්තිය, රථයට අවශ්‍ය ප්‍රකර්ෂණ බලය බවට හරවාගන්නා තවත් ක්‍රමයක් තියෙනවා. එනම් ඉන්ධන කෝෂයක් (Fuel Cell) භාවිත කිරීමයි. මේ ක්‍රමයේදී ඉන්ධන කෝෂය මගින් ඉන්ධනයක අඩංගු රසායනික ශක්තිය විද්‍යුත් ශක්තිය බවට හරවා එමගින් විදුලි මෝටරයක් කරකැවීමෙන් අවශ්‍ය බලය ලබාගැනෙන අතර අභ්‍යන්තර දහන එන්ජිමක් භාවිත වන්නේ නැහැ. (උදාහරණයක් විදියට හයිඩ්‍රජන් ඉන්ධන මගින් ධාවනය වන රථයක් - Hydrogen Fuel Cell Vehicle ගන්න පුලුවන්.) මේ ගැන තවත් විස්තර ඉදිරි ලිපි වලින් සාකච්ඡා කෙරෙන අතර දැනට වැඩි අවධානයක් යොමු කරන්නේ

අභ්‍යන්තර දහන එන්ජිමක් සහ විදුලි මෝටරයක් මගින් බලගැන්වෙන හයිබ්‍රිඩ්-ඉලෙක්ට්‍රික් වර්ගයේ රථ පිළිබඳවයි.

හයිබ්‍රිඩ් මෝටර් රථ වර්ගීකරණයට ලක් කෙරෙන ආකාර කීපයක් තියෙනවා.

(*) Powertrain Structue එක මත - එනම් එන්ජිම සහ මෝටරය සම්බන්ධ වෙලා රථය ගමන් කිරීමට අවශ්‍ය බලය ලබාදෙන ආකාරය අනුව ==> Parallel Hybrid, Series Hybrid, Power-split/Combined/Series-Parallel Hybrid ලෙස ප්‍රධාන කොටස් වලට බෙදෙනවා.
(*) Degree of Hybridization මත - එනම් රථයට අවශ්‍ය ප්‍රකර්ෂණ බලය ලබාදීමට විදුලි මෝටරයෙන් වන දායකත්වයේ ප්‍රමාණය මත ==> Mild/Micro Hybrid(Start-stop systems), Power Assist Hybrid, Full Hybrid, Plug in Hybrid ලෙස කොටස් වලට බෙදෙනවා.
(*) විද්‍යුත් ශක්තිය නොවන අනෙක් ශක්ති ප්‍රභවයේ ස්වභාවය මත ==> Internal Combustion Engine - ICE (Petrol/Diesel), Fuel Cell, & Other Sources ලෙස කොටස් වලට බෙදෙනවා.

මීලඟට හයිබ්‍රිඩ් මෝටර් රථ ගැන දැනගැනීමේදී වැදගත් වෙන උපාංග කීපයක් ගැන සරල හැඳින්වීමක් කරගනිමු.

<u>මෝටර්(Motor)</u>

හයිබ්‍රිඩ් ඉලෙක්ට්‍රික් මෝටර් රථයක බල සැපයුමේ ප්‍රධානම කොටස්කරු වෙන්නේ මේ විදුලි මෝටරයයි. අභ්‍යන්තර දහන එන්ජිමක් භාවිත වන සාමාන්‍ය වාහනයකට සාපේක්ශව විද්‍යුත් ප්‍රකර්ෂණ මෝටර් භාවිත කිරීමේ විශාල වාසි ගණනාවක්ම තියෙනවා. අභ්‍යන්තර දහන එන්ජිමක උපරිම ව්‍යාවර්තය(Maximum Torque) ලබාගැනීමට එය අනිවාර්යයෙන්ම එක්තරා සීමාවක් දක්වා වේගය වැඩි කළ යුතුම වෙනවා. නමුත් විදුලි මෝටරයක ඇති ප්‍රධානම වාසිය නම් එය ක්‍රියාත්මක කළ විගසම, අවම වේගයේදී පවා උපරිම ව්‍යාවර්තයක් ලබාදීමයි.(පහත රූප වල දක්වා ඇති ප්‍රස්තාර මගින් මේක පැහැදිලිව තේරුම්ගන්න පුලුවන්) අනෙක් අතට මෝටර් මගින් නිපදවෙන ශබ්දය ඉතා අවම මට්ටමක පැවතීමත්, අභ්‍යන්තර දහන එන්ජිමකට වඩා සාපෙක්ශව ඉතාම ඉහල කාර්යක්ෂමතාවයක් ලබාදීමත් මෙහි ඇති ප්‍රධාන වාසි වෙනවා. මේ නිසා විදුලි මෝටරයක් භාවිත වන රථයක ඉතා හොඳ ක්ෂණික ත්වරණයන් ලබාගත හැකි වීම, ඉතා හොඳ වේග පාලනයන් ලබාගත හැකි වීම(excellent off the line acceleration, good drive control, good fault tolerance & flexibility in relation to voltage fluctuations etc.) වගේ වාසි ගණනාවක්ම තියෙනවා.
සාමාන්‍යයෙන් හයිබ්‍රිඩ්-ඉලෙක්ට්‍රික් රථ වල භාවිත වන මෝටර් වර්ග කීපයක් පහත දැක්වෙනවා.
<*> PMSM - Permanent Magnet Synchronous Motor

<*> BLDC - Brushless DC Motor
<*> SRM - Switched Reluctance Motor
<*> ACIM - AC Induction Motor

විද්‍යුත් මෝටරයක් භාවිතයේ ඇති තවත් ප්‍රධාන වාසියක් වන්නේ එය ජෙනරේටරයක්(Generator) ලෙසද භාවිත කළ හැකි වීමයි. මේ නිසා බොහොමයක් හයිබ්‍රිඩ් මෝටර් රථ වල Regenerative Braking නම් ක්‍රියාකාරිත්වය මගින්, බ්‍රේක් කිරීමේදී හානි වන යාන්ත්‍රික ශක්තිය විදුලි මෝටරයේම ජෙනරේටර් ආකාරයේ ක්‍රියාකාරිත්වය භාවිතයෙන් නැවතත් විද්‍යුත් ශක්තිය බවට හරවාගැනෙනවා.
මේ ගැන වැඩිදුර විස්තර විදුලි මෝටර් රථ ගැන ලියවෙන ලිපි පෙලෙන් බලාපොරොත්තු වන්න.

බැටරිය(The Battery Pack)

හයිබ්‍රිඩ් මෝටර් රථ වල, සාමාන්‍ය 12V බැටරියට(SIL-Starting,Ignition,Lighting) අමතරව හයිබ්‍රිඩ් පද්ධතියේ ක්‍රියාකාරිත්වය සඳහා අධි වෝල්ටීයතා බැටරියක් භාවිත වෙනවා. මේ අධිවෝල්ටීයතා බැටරියේ වෝල්ටීයතාවය මෝටර් රථ වර්ගය අනුව වෙනස් වෙන අතර Toyota Prius 3rd Gen. රථයක එම අගය 201.6V පමණ වෙනවා. මෙලෙස අධි වෝල්ටීයතා පද්ධතියක් යොදාගැනීමට හේතුව වන්නේ අඩු ධාරාවන් යොදාගත හැකි වීමත් තාප හානි අවම කරගත හැකි වීමත් නිසයි.

අනෙකුත් උපාංග(Accessories)

මෙහිදී Power steering, Air conditioning වගේ පද්ධති එන්ජිමට සම්බන්ධ නොකර වෙනම විදුලි මෝටර් මගින් ක්‍රියාත්මක කෙරෙනවා. මෙහි මූලික අරමුණත් සමස්ත පද්ධතියේ කාර්යක්ෂමතාවය ඉහළ නංවාගැනීමයි.

එක් එක් රථ නිෂ්පාදකයන් හඳුන්වාදීල තියෙන තාක්ෂණයන්(උදාහරණ විදියට Toyota Prius - Hybrid Synergy Drive, Honda Insight - Integrated Motor Assist, Honda Grace - i-DCD, Suzuki Wagon R - s-ene charge වගේ අපේ රටේ ප්‍රසිද්ධ වර්ග කීපයක් ගන්න පුලුවන්.) නිවැරදිව පහසුවෙන් තේරුම් ගන්න නම් සමස්ත හයිබ්‍රිඩ් මෝටර් රථ තාක්ෂණය ගැන, එහි මූලික සංකල්ප ගැන හොඳ අවබෝධයක් ඇතිකරගෙන ඉන්න එක වැදගත් වෙනවා. තාක්ෂණික කරුණු ගැන මූලික අවබෝධයක් ඇතිකරගන්න එක මුලදි ටිකක් නීරස වෙන්න පුලුවන් උණත්, ඒ දේවල් හරියට තේරුම්ගත්තොත් පස්සෙ අර එක් එක් නිෂ්පාදකයන්ගේ තාක්ෂණයන් තේරුම්ගන්න එක ගොඩක් ලේසි වෙනවා. උදාහරණයක් විදියට Series Hybrid සහ Parallel Hybrid කියන පද්ධති වල ක්‍රියාකාරිත්වය ගැන හොඳ අවබෝධයක් ගන්නෙ නැතිව Series-

Parallel(Combined/Power Split)Hybrid පද්ධතියක් සහිතව ක්‍රියාත්මක වෙන Toyota Prius එකක Hybrid Synergy Drive පද්ධතිය තේරුම් ගන්න එක ටිකක් අමාරු වෙනවා. ඒ නිසා මේ ලිපි පෙලේ මුලින් ඒ මූලික තාක්ෂණික කරුණු ගැන හොඳ අවබෝධයක් දුන්නට පස්සෙ අර කියපු Toyota HSD, Honda IMA/iDCD, Suzuki s-ene වගේ පද්ධති විස්තරාත්මකව සාකච්ඡා කරනවා. අනෙක් කාරණය නම් මෝටර් සහ බැටරි ගැන විස්තරාත්මක තොරතුරු සාකච්ඡා කරන එක මේ ලිපි පෙලට සමගාමීව විදුලි වාහන ගැන ලියන ලිපි වලින් කරන්නයි හිතාගෙන ඉන්නේ. නමුත් එක් එක් විශේෂ හයිබ්‍රිඩ් පද්ධති වල(ex: Toyota HSD, Honda i-DCD etc.) භාවිත වන ඒවාට ආවෙණික මෝටර්/බැටරි වර්ග ගැන විස්තර කරන එක, ඒ ඒ හයිබ්‍රිඩ් පද්ධති ගැන ලියන ලිපි වලින්ම ඉදිරිපත් කරනවා. දැන් අපි පළමු ලිපියේ නැවැත්වූ තැන ඉඳල ඉදිරියට තවත් කරුණු කිහිපයක් බලමු. හයිබ්‍රිඩ් මෝටර් රථ වර්ගීකරණයට ලක්වෙන පළමු ආකාරය වන Powertrain Structure එක මත වන වර්ග කිරීමේ එක් කොටසක් වන Series Hybrid පද්ධතිය ගැන අවබෝධයක් ලබාගනිමු.

1. Powertrain structure එක මත වන වර්ගීකරණය

1.1 Series Hybrid පද්ධතිය.

ඇතැම් අවස්ථා වලදී Extended-Range Electric Vehicles(EREV)/ Range-Extended Electric Vehicles(REEV) ලෙස හඳුන්වන්නේද මේ වර්ගයට අයත් වාහනයි.
මෙහිදී අභ්‍යන්තර දහන එන්ජිමක් මගින් විදුලි ජෙනරේටරයක්(eg: a three-phase alternator and a rectifier) ක්‍රියාත්මක කරවා, එයින් ලබාගන්නා විදුලියෙන් ක්‍රියාත්මක වන විදුලි මෝටරයක් මගින් රථය ධාවනයට අවශ්‍ය බලය ලබා ගැනෙනවා. දහන එන්ජිම රෝද වලට කෙලින්ම සම්බන්ධ නොවන අතර රෝද වලට බලය ලබාදෙන්නේ විදුලි මෝටරය මගින් පමණයි. ජෙනරේටරය මගින් මෝටරයට අවශ්‍ය විදුලිය නිපදවීමට අමතරව බැටරියක්ද ආරෝපණය කරන අතර රථය ධාවනයට වැඩි වශයෙන් බලය අවශ්‍ය වන අවස්ථා වලදී මෝටරය, ජෙනරෙටරයට අමතරව බැටරියේන්ද අවශ්‍ය විදුලිය ලබාගන්නවා.
ඇත්තටම මේ Series Hybrid ක්‍රමය, හයිබ්‍රිඩ්-ඉලෙක්ට්‍රික් මෝටර් රථ වලට අමතරව වෙනත් සුලබ යෙදීම් කිහිපයකම භාවිත වෙන ක්‍රමයක්. හොඳම උදාහරණය අපේ රටේත් භාවිත වන ඩීසල් (ඩීසල්-විදුලි) දුම්රියයි.(Diesel-Electric Locomotive) මීට අමතරව සමහර නාවික යාත්‍රා, ඩීසල්-විදුලි බලයෙන් ක්‍රියාකරන වෙනත් යන්ත්‍ර වගේ දේවල් වලත් මේ ක්‍රමය භාවිත වෙනවා.

පහතින් එක් කර ඇති රූප වලින් Series Hybrid පද්ධතියක සැකැස්ම අවබෝධ කරගන්න පුළුවන්.(fig.1) මේ රූපසටහනේ Flywheel or

Capacitor ලෙස සඳහන් කරලා තියෙන දේ ගැන වැඩිදුර විස්තරයක් කරන්නම්. Series Hybrid පද්ධතියක සාමාන්‍යයෙන් Ultracaps(Ultracapacitors/Supercapacitors) ලෙස හඳුන්වන විශේෂ ධාරිත්‍රක හෝ විශේෂිත Flywheel එකක් (KERS - Kinetic Energy Recuperation System) භාවිත වන අතර මෙමගින් බැටරිය මගින් වන ශක්ති හානි අවම කර පද්ධතියේ කාර්යක්ෂමතාවය ඉහළ නංවනවා. මේ මගින් රථය ත්වරණයේදී උපරිම ශක්තියක් නිදහස් කරන අතර තිරිංග යෙදිමේදී Regenerative Braking මගින් ලබාගන්නා ශක්තිය ගබඩා කරගන්නවා. ඒ අනුව අඩු වේග වලදී මේ Ultracaps හොඳින් ආරෝපණය වී ඉහල වේග ලබාගැනීමේදී එසේ ගබඩා කරගත් ශක්තිය සම්පූර්ණයෙන් නිදහස් කරනවා. මේ ක්‍රියාවලිය නිසා බැටරිය Deep Cycles වලට යාම අවම වී එහි Stress Factor අගය අඩු මට්ටමක තබා ගැනෙනවා.

Series Hybrid ක්‍රමය සහිත රථයක විදුලි මෝටරය සහ රෝද අතර සංකීර්ණ සම්ප්‍රේෂණ පද්ධතියක් (Transmission System) යෙදීම සාමාන්‍යයෙන් අවශ්‍ය වන්නේ නැහැ. මෙයට ප්‍රධාන හේතුව විදුලි මොටරයකට විශාල වේග පරාසයක් පුරා කාර්යක්ෂම ශක්ති සම්ප්‍රේෂණයක් ලබාදිය හැකි වීමයි. (රෝද වලට මෝටර් සම්බන්ධ කෙරෙන ආකාරයන් ගැන වැඩිදුර විස්තර විදුලි මෝටර් රථ පිලිබඳ ලිපි වලින් බලාපොරොත්තු වන්න.)

පළමු ලිපියෙන් හඳුන්වා දුන් Fuel Cell Hybrid Electric Vehicles වල භාවිත වන්නේත් මේ Series Hybrid ක්‍රමයයි. මෙහිදී Engine-Generator කොටස් වෙනුවට Fuel Cell එකක් භාවිත වෙනවා. පහත රූප සටහනින්(fig. 2) මේ වර්ගයේ රථයක සැකැස්ම අවබෝධ කරගන්න පුළුවන්.

Series Hybrid ක්‍රමයේ වාසි=>

(*) අභ්‍යන්තර දහන එන්ජිම සහ රෝද අතර කිසිම යාන්ත්‍රික සම්බන්ධයක් නැති නිසා Engine-Generator පද්ධතිය රථයේ ඕනෑම තැනක පිහිටුවිය හැකි වීම.

(*) සාමාන්‍ය යාන්ත්‍රික සම්ප්‍රේෂණ පද්ධති කොටස් (Gearbox,Transmission shafts etc.) භාවිත නොවීම නිසා වෙන වෙනම පහසුවෙන් electric wheel motors යෙදිය හැකි වීම.

(*) අභ්‍යන්තර දහන එන්ජිමට එහි වඩාත්ම කාර්යක්ෂම පරාසයේ (narrow rpm range) ක්‍රියාත්මක විය හැකි වීම.

(*) නගරබද ධාවනයේ stop-and-go තත්ත්ව යටතේ වඩාත්ම කාර්යක්ෂම ක්‍රමය වීම.

Series Hybrid ක්‍රමයේ අවාසි=>

(*) අභ්‍යන්තර දහන එන්ජිම, ජෙනරේටරය මෝටරය සහ සාපේක්ෂව

විශාල බැටරි සහිත සම්පූර්ණ පද්ධතිය, රථයේ අවශ්‍යතා වලට ගැලපෙන පරිදි යෙදිය යුතු නිසා එහි ප්‍රමාණය, බර, නිෂ්පාදන වියදම ඉහල වීම.
(*) දහන එන්ජිමෙන් නිපදවෙන බලය රෝද වලට ලැබෙන්නේ ජෙනරේටරය සහ මෝටරය හරහා වන නිසා, දුර ධාවනයේදී සමස්ත කාර්යක්ෂමතාවය, සාමාන්‍ය සම්ප්‍රේෂණ පද්ධතියකින් ලැබෙන කාර්යක්ෂමතාවයට වඩා අඩු වීම(ශක්ති පරිවර්තනයන් කිහිපයක් ඇති නිසා)

Series Hybrid ක්‍රමය භාවිත වන රථ සඳහා උදාහරණ =>
මේ වර්ගයේ රථ ලංකාවේ නම් එතරම් ප්‍රචලිත නැහැ. Series Hybrid/Extended-Range Electric Vehicle තාක්ෂනය භාවිත වන රථ වලට උදාහරණ කිහිපයක් පහත දැක්වෙනවා.

Lohner-Porsche Mixte Hybrid
Chevrolet Volt
BMW i3 REx
Fisker Karma
Renault Kangoo

1.2 Parallel Hybrid පද්ධතිය

Parallel Hybrid පද්ධතියක අභ්‍යන්තර දහන එන්ජිමක් සහ විද්‍යුත් මෝටරයක් එකිනෙක සමාන්තරගතව යාන්ත්‍රික සම්ප්‍රේෂණ පද්ධතියකට සම්බන්ධ කර භාවිත වෙනවා. බොහොමයක් මේ වර්ගයේ මෝටර් රථ නිර්මාණ වල තරමක් විශාල විදුලි ජෙනරේටරයක් සහ මෝටරයක් එක් කර තනි ඒකකයක් ලෙස යොදාගැනෙන අතර එය බොහෝ විට දහන එන්ජිම සහ සම්ප්‍රේෂණ පද්ධතිය අතරින් ස්ථානගත කෙරෙනවා. මෝටරය සහ ජෙනරේටරය තනි ඒකකයක් ලෙස භාවිත වනවිට එය Motor-Generator(MG) ලෙස හඳුන්වන අතර මේ මගින් සාමාන්‍ය රථයක ස්ටාටර් මෝටරය සහ ඕල්ටනේටරය යන දෙකෙන්ම වන ක්‍රියාවන් ඉටුකර ගැනෙනවා. මෙහිදී බැටරිය ආරෝපණය වීම, Regenerative Breaking මගින් සහ රථය ධාවනයේදී එන්ජිමෙන් නිපදවෙන බලය මගින්(එන්ජිමෙන් නිපදවෙන බලය රථය ධාවනයට අවශ්‍ය බලයට වඩා වැඩි වන විට එම අමතර බලය බැටරි ආරෝපණයට යෙදවෙනවා) කියන ආකාර දෙකෙන් සිදු වෙනවා. මෙහි ඇති තවත් විශේෂත්වයක් වන්නේ රෝද සහ මෝටරය අතර ස්ථිර යාන්ත්‍රික සම්බන්ධයක් ඇති නිසා රථය ධාවනය නොවන අවස්ථා වලදී බැටරිය ආරෝපණය නොවීමයි. කෙසේ නමුත් විද්‍යුත් ප්‍රකර්ෂණ බලය පමණක් භාවිතයෙන් රථය ධාවනය වන අවස්තාවලදී හෝ බ්‍රේක් කිරීමේදී Regenerative Breaking මගින් බැටරිය ආරෝපණය වන

අවස්ථාවේදී දහන එන්ජිම ක්‍රියාවිරහිත කිරීම හෝ ක්ලචයක් මගින් විසන්ධි කිරීම සිදු වෙනවා.

Parallel Hybrid පද්ධතියක භාවිත වන Operating Modes
(මේ සඳහා fig.1 බලන්න)

(a) Electric Power Only :- මෙහිදී සාමාන්‍යයෙන් 40 km/h පමණ වේගයක් දක්වා බැටරියේ ශක්තියෙන් පමණක් ක්‍රියාත්මක වන විද්‍යුත් මෝටරය මගින් රථය ධාවනය කෙරෙනවා. මේ අවස්ථාවේදී දහන එන්ජිම ක්‍රියාත්මක නොවන නිසා එමගින් බැටරිය ආරෝපණය වීමක් සිදුවන්නේ නැහැ. සාමාන්‍යයෙන් නගරබද ධාවනයේදී සහ Reverse කිරීමේදී මේ mode එක ක්‍රියාත්මක කෙරෙනවා.

(b) ICE Power Only :- 40km/h ට වඩා වැඩි වේග වලදී දහන එන්ජිම ක්‍රියාත්මක වී සාමාන්‍ය රථයක ආකාරයට ධාවනය වෙනවා.
ICE + Electric Power :- ත්වරණය කිරීම් වලදී හෝ ඉහල වේගයන් ලබාගැනීමේදී වැඩි බලයක් අවශ්‍ය අවස්ථා වලදී දහන එන්ජිම සමග සමාන්තරගතව විදුලි මෝටරයද ක්‍රියාත්මක වී වඩා වැඩි බලයක් ලබා දෙනවා.

(c) ICE + Battery Charging :- රථය ධාවනයට අඩු බලයක් ප්‍රමාණවත් වන අවස්ථා වලදී එන්ජිමෙන් නිපදවෙන අමතර බලය බැටරිය ආරෝපණයට යොදාගැනෙනවා.

(d) Regenerative Breaking :- බ්‍රේක් කිරීමේදී හෝ මන්දනයේදී(වේගය අඩු කිරීමේදී) විදුලි මෝටරය ජෙනරේටරයක් ලෙස ක්‍රියා කරමින් රථයෙන් හානි වන චාලක ශක්තිය විද්‍යුත් ශක්තිය බවට හරවා බැටරි ආරෝපණයට යොදාගැනෙනවා
Parallel Hybrid පද්ධති වල සමහර අවස්ථා වලදී අමතර ජෙනරේටරයක් භාවිත වෙනවා(Fig.2) මෙම ක්‍රමයේදී රථය ගමන් නොකරන අවස්ථා වලදීත් දහන එන්ජිම ක්‍රියාත්මක වෙමින්(එන්ජිම, සම්ප්‍රේෂණ පද්ධතියෙන් වෙන් කර) ජෙනරේටරය මගින් බැටරි ආරෝපණය කෙරෙනවා. කෙසේ නමුත් පද්ධතියේ බර තරමක් වැඩි වීමත් නිශ්පාදන වියදම වැඩි වීමත් මෙම ක්‍රමයේ අවාසි වෙනවා.

Parallel Hybrid ක්‍රමයේ වාසි=>
(*) වාහන තදබදය අඩු නගරබද ධාවනයේදී සහ දුර ධාවනයේදී ඉහල කාර්යක්ෂමතාවයක් සහිත වීම.
(*) විද්‍යුත් මෝටරයේ සහ දහන එන්ජිමේ ක්‍රියාකාරිත්වයන් අතර හුවමාරු වීම ඉහල නම්‍යශීලීත්වයක් සහිතව කල හැකි වීම.
(*) Series Hybrid ක්‍රමයට සාපේක්ෂව ගත් විට, දහන එන්ජිමට වඩා අඩු බලයක් නිපදවන මෝටරයක් යෙදියහැකි වීම(මෝටරය එන්ජිම සමග එක්ව

අවශ්‍ය බලය ලබාදෙන නිසා) බොහෝ විට මෙහිදී භාවිත වන්නේ එක motor-generator ඒකකයකි.

Parallel Hybrid ක්‍රමයේ අවාසි=>
(*) සාපේක්ෂව තරමක් ස්ංකීර්ණ පද්ධතියක් වීම.
(*) දහන එන්ජිම අඩු/නියත RPM පරාසයක ක්‍රියාත්මක නොවන නිසා අඩු වේග වලදී කාර්යක්ෂමතාවය අඩු වීම.

Parallel Hybrid ක්‍රමය භාවිත වන රථ සඳහා උදාහරණ =>

මේ වර්ගයේ රථ සඳයා හොඳම උදාහරණයක් වන්නේ ලංකාවේත් ගොඩක් ජනප්‍රිය උණ Honda Insight රථයයි. මෙම රථයේ Honda - IMA (Integrated Motor Assist) තාක්ෂණය භාවිත වෙනවා (ඉදිරියේදී මේ ගැන වෙනම ලිපියකින් වැඩිදුර විස්තර කෙරෙනවා) මෙහිදී සාමාන්‍ය අභ්‍යන්තර දහන එන්ජිමක් CVT වර්ගයේ ට්‍රාන්ස්මිෂන් පද්ධතියක් සමග භාවිත කර ඇති අතර ෆ්ලයි වීලය වෙනුවට මෙහි Motor-Generator එක යොදාගෙන තිබෙනවා.
මීට අමතරව Parallel Hybrid ක්‍රමය භාවිත වන රථ වලට තවත් උදාහරණ කිහිපයක් පහත දැක්වෙනවා.
Honda Civic Hybrid (IMA)
Honda Accord Hybrid (IMA)
Honda FIt Hybrid (IMA)
Chevrolet Malibu Hybrid
General Motors Parallel Hybrid Truck (PHT)
Aura Greenline

1.3 Series - Parallel Hybrid (Combined Hybrid /Power Split Hybrid)පද්ධතිය

Series - Parallel හයිබ්‍රිඩ් පද්ධතියක Series Hybrid සහ Parallel Hybrid කියන ක්‍රම දෙකේම ලක්ෂණ පවතිනවා. සරලව සැලකුවොත් මේ ක්‍රමයේදී එන්ජිම සහ drive axle එක අතර යාන්ත්‍රික සම්බන්ධයක් වගේම විද්‍යුත් වශයෙන් සම්බන්ධයකුත් තියෙනවා. මෙහිදී ඇත්තටම එකිනෙකට වෙනස් power paths දෙකක්; Power split device කියන කොටස මගින් සම්බන්ධ වී යාන්ත්‍රික ශක්තිය, විද්‍යුත් ශක්තිය හෝ ඒ දෙකම අවශ්‍ය පරිදි රෝද වලට ලබා දීමයි කෙරෙන්නේ. Series - Parallel හයිබ්‍රිඩ් ක්‍රමයේ ප්‍රධානම මූලධර්මය වන්නේ දහන එන්ජිමෙන්(හෝ මෝටරයෙන්) ලබාදෙන බලය, රෝද වලට සම්බන්ධ කිරීම හෝ විසන්ධි කිරීම රථයේ බල අවශ්‍යතාවය අනුව සිදුකිරීමයි. (මේ ක්‍රියාවලිය සිදුවන්නේ Power split device එක

හරහායි.) Series-Parallel hybrid (Combined hybrid) පද්ධතියක සරල සැකැස්ම අවබෝධ කරගැනීමට fig.1 බලන්න.

සාමාන්‍ය මෝටර් රථයක, එය නිශ්චලතාවයේ සිට ත්වරණය කිරීමට අවශ්‍ය ව්‍යාවර්තය ලබාගැනීමට තරමක් විශාල එන්ජිමක් භාවිත වනවා. නමුත් ඇත්තටම එම රථයම ඒකාකාර වේගයකින් ධාවනය කරවීමට එතරම් විශාල එන්ජිමක් අවශ්‍ය වන්නේ නැහැ. මෙයට හේතුව වන්නේ අභ්‍යන්තර දහන එන්ජිමකින් නිපදවෙන ව්‍යාවර්තය, අඩු Engine RPM අගයන් වලදී ඉතා අඩු මට්ටමක පැවතීමයි. අනෙක් අතට විද්‍යුත් මෝටරයකින් නිපදවෙන ව්‍යාවර්තය, මෝටරය ක්‍රියා ආරම්භයේදීම(අඩු RPM අගයන් වලදීත්) උපරිම අගයක් ගන්නවා. මේ නිසා මේ ආකාරයේ හයිබ්‍රිඩ් රථයක ධාවනය ආරම්භ කරන අවස්ථාවේ මෝටරය සම්බන්ධ කරගැනීමෙන්, අඩු Engine RPM අගයන් වලදී එන්ජිමෙන් අඩු ව්‍යාවර්තයක් ලැබීමෙන් ඇතිවන ගැටලුව මගහරවාගත හැකියි.
මේ අනුව Series-Parallel හයිබ්‍රිඩ් රථයක ප්‍රමාණයෙන් සාපේක්ෂව කුඩා නමුත් කාර්යක්ෂමතාවයෙන් ඉතා ඉහල එන්ජිමක් භාවිත වනවා. බොහෝ දුරට මෙහිදී යොදාගැනෙන්නේ සාමාන්‍යයෙන් අභ්‍යන්තර දහන එන්ජින් වල භාවිත වන Otto cycle එකේම තරමක් වෙනස් ආකාරයක් වන Atkinson හෝ Miller cycle භාවිත වන එන්ජිමකි. මෙය Series-Parallel හයිබ්‍රිඩ් රථයක සමස්ත කාර්යක්ෂමතාවය ඉහල නැංවීමට බෙහෙවින් දායක වනවා.

series-parallel hybrid ක්‍රමය භාවිත වන Toyota Prius - Hybrid Synergy Drive පද්ධතියේ සරළ රූප සටහන් සඳහා fig.2 සහ fig.3 බලන්න. මෙම පද්ධතියේ මූලික කොටස් වන්නේ දහන එන්ජිම, විදුලි මෝටර්, ජෙනරේටර්ය, Power split device එක සහ Power control unit(inverter/converter) එකයි. මෙහිදීත් මෝටර් සහ ජෙනරෙටර් පොදුවේ motor-generator (MG) ලෙස හැඳින්වෙනවා.මෙහිදී විදුලි මෝටරය සහ එන්ජිම යන ක්‍රම දෙකෙන්ම රෝද වලට අවශ්‍ය බලය සැපයීමටත්, විදුලි මෝටරය මගින් ධාවනයේදී ජෙනරේටරය මගින් විදුලිය නිපදවා බැටරි ආරෝපණය කිරීමටත් හැකියාව තියෙනවා. Power split device එකේ ක්‍රියාවලිය සැලකීමේදී එමගින් එන්ජිමෙන් නිපදවෙන බලයෙන් කොටසක් රෝද වලට යොමු කරන අතර ඉතිරි කොටස ජෙනරේටරය වෙත යොමු කර එමගින් නිපදවෙන විදුලියෙන් මෝටරය හරහා රෝද වලට බලය සැපයීම හෝ බැටරි ආරෝපණය කිරීම සිදු කරනවා.මෙහිදී මෙම power split කිරීමේ ක්‍රියාවලිය සිදු කිරීමට planetary gear set එකක් භාවිත කර තිබෙනවා

Series-Parallel හයිබ්‍රිඩ් රථයක අඩු වේගයන් වලදී එය Series Hybrid ආකාරයෙන් ක්‍රියා කරන අතර වැඩි වේගයන් වලදී (මෙවිට Series

powertrain එකේ efficiency එක අඩු වේ) එන්ජිම සම්බන්ධ වී වැඩි කාර්යක්ෂමතාවයකින් යුත් ධාවනයක් ලබාදේ.(Parallel hybrid රථයක මෙන්)
Series-parallel (combined)හයිබ්‍රිඩ් රථයක drive modes ගැන අවබෝධයක් ලබාගැනීමට fig.4 හි ඇති ප්‍රස්තාර බලන්න.

Parallel hybrid හයිබ්‍රිඩ් රථයක් සමග සැසඳීමේදී මේ පද්ධතිය සංකීර්ණත්වයෙන් සහ මිලෙන් ඉහල වනවා. මෙහිදී අමතර ජෙනරේටරයක්, යාන්ත්‍රිකව ක්‍රියා කරන power split පද්ධතියක් සහ මේ සියලු පද්ධති පාලනය කිරීමට සංකීර්ණ පරිගණක පාලන පද්ධතියක් භාවිත වීම එයට හේතුවයි.

Series - Parallel හයිබ්‍රිඩ් ක්‍රමයේ වාසි=>

(*) විදුලි ක්‍රියාකාරිත්වය සහ එන්ජින් ක්‍රියාකාරිත්වය අතර උපරිම නම්‍යශීලීත්වයකින් යුතුව හුවමාරු විය හැකි වීම
(*) රථය ධාවනයේදී අවශ්‍ය වන බලය අනුව එන්ජිම powertrain එකට ඇති සම්බන්ධය විසන්ධි කෙරෙන නිසා මෙහිදී ප්‍රමාණයෙන් කුඩා, සැහැල්ලු නමුත් ඉන්ධන කාර්යක්ෂමතාවයෙන් ඉතා ඉහල එන්ජින් නිර්මාණයන් භාවිත කළ හැකි වීම. මෙහිදී එන්ජිම ධාවනයට සම්බන්ධ වන සැම විටම එය එහි උපරිම කාර්යක්ෂම පරාසයේ ක්‍රියා කරයි.
(*) Series hybrid ක්‍රමයේදී ඇති අඩු වේග කාර්යක්ෂමතාවයත්, Parallel hybrid ක්‍රමයේ ඇති වැඩි වේග කාර්යක්ෂමතාවයත් යන දෙකේ සුසංයෝගයක් භාවිත වන නිසා පද්ධතියේ සමස්ත කාර්යක්ෂමතාවය ඉහළ වීම

Series - Parallel හයිබ්‍රිඩ් ක්‍රමයේ අවාසි=>

(*) අතිශයින්ම සංකීර්ණ පද්ධතියක් වීම නිසා Parallel හයිබ්‍රිඩ් ක්‍රමයට වඩා මිල අධික වීම
(*)Powertrain - transmission පද්ධතියේ සමස්ත කාර්යක්ෂමතාවය, electrical path එකෙන් ලබාදෙන බලයේ ප්‍රමාණය මත රඳාපවතිනවා. මෙහිදී electrical path එකේ ශක්ති පරිවර්තනයන් කිහිපයක්ම සිදුවන නිසාත්, ඒ එක් එක් පරිවර්තනයන් ඒවාට ආවෙනික කාර්යක්ෂමතාවයන්ගෙන් යුතුව සිදුවන නිසාත් මෙහිදී සමස්ත electrical path එකේ කාර්යක්ෂමතාවය, සම්පූර්ණ mechanical path එකක් සමග සැසඳීමේදී අඩු අගයක් ගන්නවා.

සරලවම බැලුවොත් මෙහිදී සිදුකර ඇත්තේ Series hybrid, Parallel hybrid යන ක්‍රම දෙකේම ඇති වාසි එකවර ලබාගත හැකි සහ, අවාසි අවම වන පරිදි ලෙස Series - Parallel (Combined)හයිබ්‍රිඩ් පද්ධතියක් නිර්මාණය කිරීමයි.

Series - Parallel හයිබ්‍රිඩ් ක්‍රමය භාවිත වන රථ සඳහා උදාහරණ=>

මේ සඳහා හොඳම උදාහරණය Toyota සමාගම ඔවින්ගේ Prius/Aqua/Axio වැනි රථ සඳහා යොදාගන්නා Hybrid Synergy Drive තාක්ෂණයයි.(HSD තාක්ෂණය ගැන වෙනම ලිපියකින් පැහැදිලි කෙරෙනවා)
මීට අමතරව series-parallel හයිබ්‍රිඩ් ක්‍රමය භාවිත වන රථ වලට තවත් උදාහරණ කීපයක් පහත දැක්වෙනවා.
Lexus RX400h
Toyota Highlander Hybrid
Mercedes ML 450 hybrid
BMW X6 ActiveHybrid
(මේ රථවල හයිබ්‍රිඩ් පද්ධති සැලකීමේදී එකිනෙකට වෙනස් modifications විශාල ප්‍රමාණයක් තිබෙනවා. නමුත් සමස්තයක් ලෙස ගත්විට powertrain structure එක series-parallel/combined hybrid අකාරය යටතට ගැනෙනවා)

(Micro Hybrid(Start-stop systems), Mild/Power Assist Hybrid, Full Hybrid, Plug in Hybrid ගැන දැනගනිමු.)

හයිබ්‍රිඩ් ඉලෙක්ට්‍රික් මෝටර් රථ තාක්ෂණය ගැන ඉදිරිපත් කෙරෙන ලිපි පෙලේ මේ දක්වා ලිපි වලින් හයිබ්‍රිඩ් ඉලෙක්ට්‍රික් මෝටර් රථ තාක්ෂණය ගැන මූලික හැඳින්වීමක් සහ හයිබ්‍රිඩ් මෝටර් රථ වල එක් ප්‍රධාන වර්ගීකරණ ආකාරයක් වන Powertrain Structure එක මත වන වර්ගීකරණය විස්තරාත්මකව පැහැදිලි කර තිබෙනවා. මේ ලිපියේ සිට ඉදිරියට එහි තවත් වර්ගීකරණ ආකාරයක් වන Degree of Hybridization මත කෙරෙන වර්ගීකරණය ගැන පැහැදිලි කෙරෙනවා.

2.0 Degree of Hybridisation මත හයිබ්‍රිඩ් මෝටර් රථ වර්ගීකරණය.

මේ ලිපි පෙලේ ඉදිරිපත් කෙරුණු ආකාරයට හයිබ්‍රිඩ් මෝටර් රථ වර්ගීකරණයේ දෙවන ආකාරය තමයි මේ Degree of Hybridisation මත, එනම් රථයට අවශ්‍ය ප්‍රකර්ෂණ බලය ලබාදීමට විදුලි මෝටරයෙන් වන දායකත්වයේ ප්‍රමාණය මත වන වර්ගීකරණය. මෙහිදී සාමාන්‍යයෙන් Micro Hybrid(Start-stop systems), Mild/Power Assist Hybrid, Full Hybrid, Plug in Hybrid ලෙස හයිබ්‍රිඩ් මෝටර් රථ කොටස් කීපයකට බෙදෙනවා.
මේ සමූහයේ ඇතැම් විට අසා ඇති ප්‍රශ්න අනුව සමහර අයට අවුල්සහගත වේවි කියා සිතෙන දෙයක් මෙහිදී පැහැදිලි කිරීම සුදුසු යයි සිතනවා.
ඇත්තටම මේ Series Hybrid, Parallel Hybrid, Mild Hybrid, Full

Hybrid, Plug in Hybrid වගේ යෙදුම්, එකිනෙකට වෙනස් දේවල් පදනම් කරගත් වර්ගීකරණයන්ට අදාලවයි යෙදෙන්නේ. ඒ නිසා ඒ ඒ යෙදුම්/තාක්ෂණික වචන වල තේරුම් සංසන්දනය කරනවා නම් ඒ අදාල වර්ගීකරණය තුල සිට එසේ කිරීම තමයි සුදුසු වෙන්නේ.
උදාරණයක් විදියට කවුරු හරි Parallel Hybrid සහ Plug in Hybrid කියන දෙක සංසන්දනය කරනවා නම් ඒක එතරම් සුදුසු වෙන්නේ නැහැ, මොකද Parallel Hybrid කියන්නෙ Powertrain Structure එක මත වන වර්ගීකරණයක් වන අතර Plug in Hybrid කියන්නේ Degree of Hybridisation මත වන වර්ගීකරණයක්. අනිත් දේ තමයි අපි තේරුම් ගැනීමේ පහසුව සඳහා මේ විදියට කොටස් වලට බෙදාගත්තත් ප්‍රායෝගිකව ගත්තොත් බොහෝ හයිබ්‍රිඩ් මෝටර් රථ නිර්මාණ මේ එක් වර්ගීකරණයකට ලඝු කරන්න බැහැ. ඒවා බොහෝමයක මේ වර්ගීකරණයන් කිහිපයකටම අදාල ලක්ෂණ තිබෙනවා. ඒ නිසා හොඳම දේ තමයි මුලින් මේ වෙන්කරගත් වර්ගීකරණයන්ට අදාල ලක්ෂණ හරිහැටි තේරුම් ගැනීම. එවිට ඕනෑම හයිබ්‍රිඩ් මෝටර් රථයක යොදාගෙන තියෙන තාක්ෂණය අධ්‍යයනය කිරීමෙන් පසු එය මොන ආකාරයේ හයිබ්‍රිඩ් රථයක්ද කියන එක තමන්ටම පහසුවෙන් තේරුම්ගන්න පුලුවන් වෙයි.

දැන් අපි බලමු මොකක්ද මේ Degree of Hybridisationකියන්නෙ කියලා. Parallel Hybrid සහ Series - Parallel (Power Split) Hybrid පද්ධති වල පැහැදිලි කළ ආකාරයට එවැනි රථ ධාවනයේදී අවශ්‍ය බලය සැපයීමට දහන එන්ජිම සහ විදුලි මෝටරය යන දෙකෙන්ම දායකත්වය ලැබෙනවා. මෙහිදී විදුලි මෝටරය මගින් කොතෙක් දුරකට රථය ධාවනයට අවශ්‍ය බලය ලබාදෙනවාද කියන එක තමයි Degree of Hybridisation කියන එකේ මූලික අදහස වෙන්නේ.(මේ සඳහා fig1 සහ fig2 රූප සටහන් බලන්න)
රූප සටහනේ ඇති ආකාරයට මේ ගැන වැඩිදුරටත් බලමු. එහි දැක්වෙන පරිදි Degree of Hybridisation මත Micro HEV, Medium/Mild HEV, Full HEV, Plug-in HEV ලෙස මෝටර් රථ කොටස් කිහිපයකට බෙදෙනවා. මෙහිදී අන්ත දෙක ලෙස පෙන්වා තිබෙන්නේ සාමාන්‍ය හයිබ්‍රිඩ් නොවන මෝටර් රථ(Non Hybrid - Conventional Vehicles) එක් අන්තයක් ලෙසත් විදුලි මෝටර් රථ(Electric Vehicles - EV) අනෙක් අන්තය ලෙසත්ය. මේ දෙක අතර පැවතිය හැකි Engine Start-Stop, Regenerative Braking, Motor Assist, EV Drive, Plug-in යන ක්‍රියාවලීන් තිබීම හෝ නොතිබීම මත Degree of Hybridisation කියන දේ තීරණය වනවා. ඒ අනුව;
Micro Hybrid රථයක Engine Start-Stop ක්‍රියාකාරිත්වය පමණයි තියෙන්නේ. ඒ නිසා මේවා "Start-Stop" කියලාත් හඳුන්වනවා. (නමුත්

ඇත්තටම බැලුවොත් ශක්ති ප්‍රභවයන් දෙකක් භාවිත නොවන නිසා මේවා හරියටම හයිබ්‍රිඩ් මෝටර් රථ ගණයට වැටෙන්නේත් නැහැ.)

Medium/Mild Hybrid රථයක Engine Start-Stop ක්‍රියාකාරිත්වයට අමතරව Regenerative Braking සහ Motor-Assist ක්‍රියාකාරිත්වයත් පවතිනවා. විදුලි මෝටරයෙන් රථය ධාවනයට සහාය වන නිසා මේවා Power Assist Hybrid කියාද හඳුන්වනවා.(මේ සඳහා උදාරහණ විදියට First Generation Honda Insight/First Generation of IMA Technology සහ Suzuki Wagon R/s-ene charge technology ගන්න පුලුවන්. මෙහිදී මතක තබාගත යුතු දේවල් කිහිපයක් තියෙනවා. First Generation Honda Insight එකේ භාවිත කළ තාක්ෂණය Mild Hybrid ක්‍රමයක් උණත් දැනට පවතින Honda Insight(IMA) වල EV Drive mode එකක් තියෙනවා. ඒ නිසා ඒවා සාමාන්‍යයෙන් Medium/Mild Hybrid ලෙස ගැනෙන්නේ නැහැ. අනෙක් කාරණය නම් Suzuki Wagon R/ene charge වල භාවිත වන්නේ මේ ක්‍රමයේ ඉතා ප්‍රාථමික අවස්ථාවක් කියන එකයි)

(සමහර වර්ගීකරණයන් වලදී Start-Stop, Micro Hybrid, Mild Hybrid ලෙස වෙනම කොටස් 3ක් දක්වන අවස්ථාත් තියෙනවා. එහිදී Micro Hybrid ලෙස Engine Start-Stop, Regenerative Braking යන දෙකම ඇති අවස්ථාවත්, Mild Hybrid ලෙස Engine Start-Stop, Regenerative Braking, Motor-Assist යන ක්‍රියාකාරිත්වයන් 3ම ඇති අවස්ථාවත් සලකනවා.)

Full Hybrid රථයක Engine Start-Stop, Regenerative Braking, Motor-Assist කියන ඒවාට අමතරව EV Drive කියන mode එකත් තියෙනවා. එනම් මෙහිදී සම්පූර්ණයෙන්ම විදුලි මෝටරය පමණක් භාවිතයෙන් රථය ධාවනය කරවිය හැකියි. මේ සඳහා හොඳම උදාහරණය වන්නේ Toyota Prius(Hybrid Synergy Drive Technology) රථයයි.

Plug-in Hybrid රථයකදී මේ සියලු ක්‍රමවේදයන්ට අමතරව "Plug-in", එනම් බාහිර ප්‍රභවයකින් රථයේ අධිවෝල්ටීයතා බැටරි ආරෝපණය කිරීමේ හැකියාවද පවතිනවා. මේ සඳහා උදාහරණ ලෙස Toyota Prius Plug-in Hybrid, Mitsubishi Outlander PHEV වගේ ඒවා ගන්න පුලුවන්.

<u>හයිබ්‍රිඩ් ඩ්‍රයිවිං මූඩ්ස්.</u>

මොනවද මේ හයිබ්‍රිඩ් මෝටර් රථ වල තියෙන ECO,Normal, PWR සහ

EV ඩ්‍රයිවිං මූඩ්ස් කියන්නේ.අද කියන්න යන්නේ මේ හයිබ්‍රිඩ් ඩ්‍රයිවිං මූඩ්ස් ගැනයි.

• ECO Mood

ECO එහෙමත් නැත්නම් Economy mood එකේ දී ත්‍රොටල වැල් එක ක්ෂණිකව ක්‍රියාත්මකවීමේ හැකියාව අඩු කරනවා.තව විදිහකින් කිව්වොත් ඇක්ස්ලේටර් පැඩල් ප්‍රතිචාර ලබාගන්න ටිකක් අපහසුවෙන් පාගන්න ඕනි.ඇක්ස්ලේටර් කිරීම දී ත්‍රොටල් වැල් එකේ මුල් භාගය අඩු ආක්‍රමණශීලීව ක්‍රියාත්මක වෙනවා.ඒත් අවශ්‍යතාවය මත එන්ජිමේ සම්පූර්ණ බලය ලබාගන්න පුලුවන් හැකියාව තියෙනවා.
මීට අමතරව මේ ECO Mood එක එන්ජිම වඩා පහසුවෙන් අක්‍රීය කිරීමට ඉඩ දෙන අතර එයාර්කන්ඩිෂන් සහ හීටිං සිස්ටම් එක අවශ්‍ය හොඳම විදහට පාලනය කරලා ඉන්ධන පරිභෝජනය සඳහා සහාය වෙනවා.මේ ECO Mood එක සිටි ඩ්‍රයිවිං සහ කෙටි ගමන් සඳහා වඩාත් සුදුසු වෙනවා.

• Normal Mood

PWR හෝ ECO Mood යන දෙක අතර තියෙන ක්‍රමයට Normal Mood කියලා කියනවා.Normal Mood එක ක්ලස්ටර් එකේ ඔන් වෙලා තියෙන කොට අවශ්‍යතාවය සහ ඇක්ස්ලේටර් ප්‍රතිචාර අනුව PWR Mood හෝ ECO Mood යන දෙකෙන් සුදුසු එක ස්වයංක්‍රීයව තෝරගන්න අතර ඇක්ස්ලේටර් පැඩල් එක සහ ත්‍රොටල් එක සාමාන්‍ය ආකාරයක ක්‍රියාත්මක වෙනවා.මේ මූඩ් එකේ දී ද එයාර්කන්ඩිෂන් සහ හීටිං වලට ක්‍රියාකාරිත්වයේ කිසිම වෙනසක් සිදුවෙන්නේ නැහැ.Normal Mood එක රථ වාහන තද බද අඩු උප නාගරික ධාවන තත්වයන් සඳහා මෙන්ම අධිවේගී මාර්ගය සඳහා සුදුසු වෙනවා.

• PWR Mood

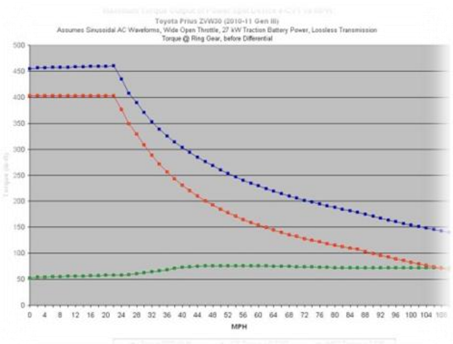
PWR Mood එහෙමත් නැත්නම් Power Mood එකේ දී ඇක්ස්ලේටර් පැඩල් එක වඩාත් ප්‍රතික්‍රියාශීලී සහ ආක්‍රමණශීලී ස්පෝර්ට්ස් හැඟීමක් දක්වනවා.ඒ වගේම මේ මූඩ් එකේ දී ත්‍රොටල් එකේ පළමු භාගය වඩාත් ආක්‍රමණශීලීබවක් දක්වන අතර ඇක්ස්ලේටර් පැඩල් එක අතහැර නැවත පෑගීමකදී(කික්ඩවුන් වලදී)ඩ්‍රයිව්ට්‍රේන් ප්‍රතිචාර වැඩි දියුණු කිරීම සඳහා ඒ කියන්නේ ඊළඟ ගියර් එකට මාරුවෙනකම් එන්ජින් වේගය ටික වෙලාවක් රඳවාතබා ගන්නවා.මේ මූඩ් එකේ දී ද එයාර්කන්ඩිෂන් සහ හීටිං ක්‍රියාකාරිත්වයේ කිසිම වෙනසක් සිදුවෙන්නේ නැහැ.PWR Mood එක ඉක්මනින් අධිවේගී මාර්ගයේ ඉස්සර කර යාමට,වංගු සහිත කඳුකර ධාවන තත්වයන් සඳහා වඩාත් සුදුසු වෙනවා.

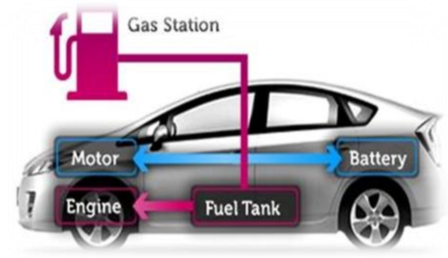
• EV Mood

මේකේ දී ඉලෙක්ට්‍රික් මූඩ් එකේ පමණක් ක්‍රියාත්මක වෙනවා.ඒකියන්නේ සම්පූර්ණ විදුලි මෝටර්යෙන් විතරක් ධාවනය වෙනවා කියන එක.විශේෂයෙන් EV Mood එක අඩු වේගයකින් කෙටි දුර ධාවනය සඳහා භාවිතා කරනවා.ඊට අමතරව රාත්‍රීකාලයේ දී residential area වල ධාවනයේ දී(ශබ්දය ඇති නොකරන නිසා),අන්ඩර් ග්‍රවුන්ඩ් පාර්කින් වල සහ ගරාජ් ඇතුලේ පාර්ක් කිරීමේ දී වායුවිමෝචනය නැතිකිරීම සඳහා වැදගත් වෙනවා.මේ EV Mood එක ක්‍රියාත්මක වන විට අවශ්‍යතාවය මත ECO Mood එකට ස්වයංක්‍රීයව මාරුවීමට අවස්ථාව ලබාදෙන ඒත් PWR Mood එකට මාරුවීමට ඉඩ ලබාදෙන්නේ නැහැ.

- **B Mood**

ගියර් ලිවර් එකේ තියෙන B එකෙන් කියන්නේ බ්‍රේකිං කියන තේරුම එහෙම නැත්නම් එන්ජින් බ්‍රේකිං කියන අදහස.තවත් විදිහකට කිව්වොත් සාමාන්‍ය ගියර් බොක්ස් ගියර් පහලට අඩුකර(down shifting)ධාවනය කිරීමට සමානයි.ඒ කියන්නේ එන්ජින් එක එයාර් පම්ප් එකක් වගේ ක්‍රියාත්මක වෙලා වේගය පාලයන කරන නිසා බ්‍රේක් කිරීමෙන් නිසා ඇතිවෙන බ්‍රේක් රත්වීම නැති කිරීමට උදව් වෙනවා.මේ ගියර් ලීවර් B Mood එක කඳුකර ධාවනයේ දී පල්ලම් බැසීම සඳහා පමණක් භාවිතා කරනවා.





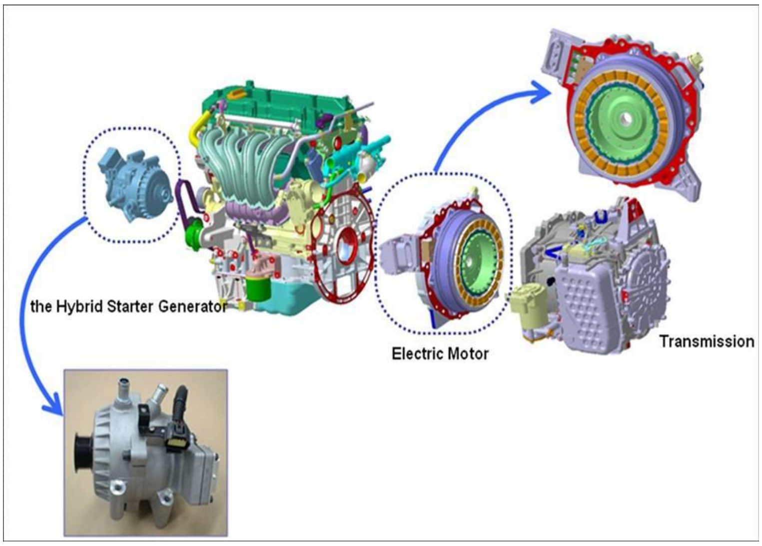
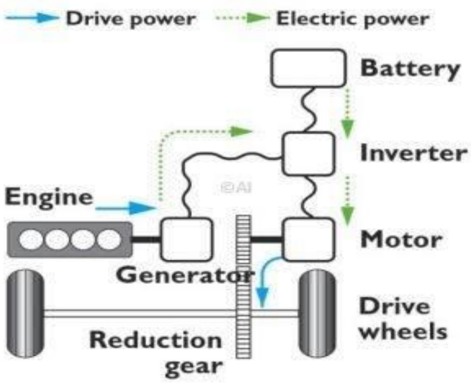
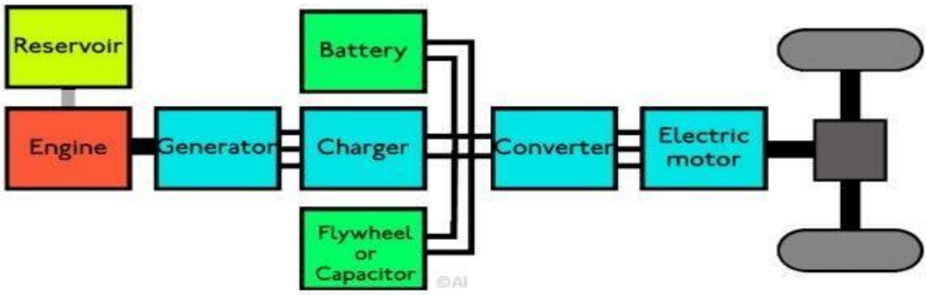


fig. 01



Structure of a series hybrid vehicle
(below with flywheel or ultracaps as peak power unit)



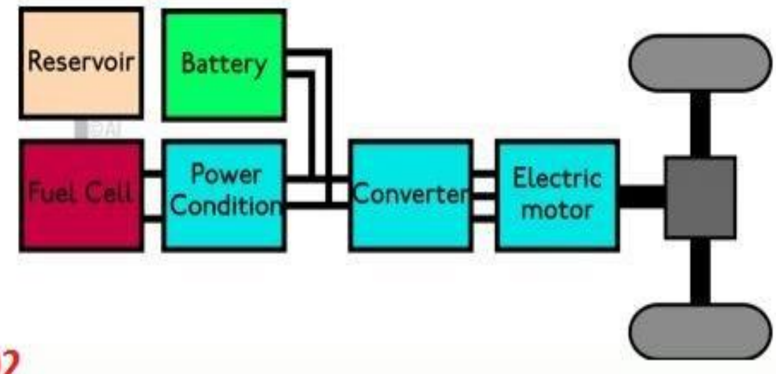
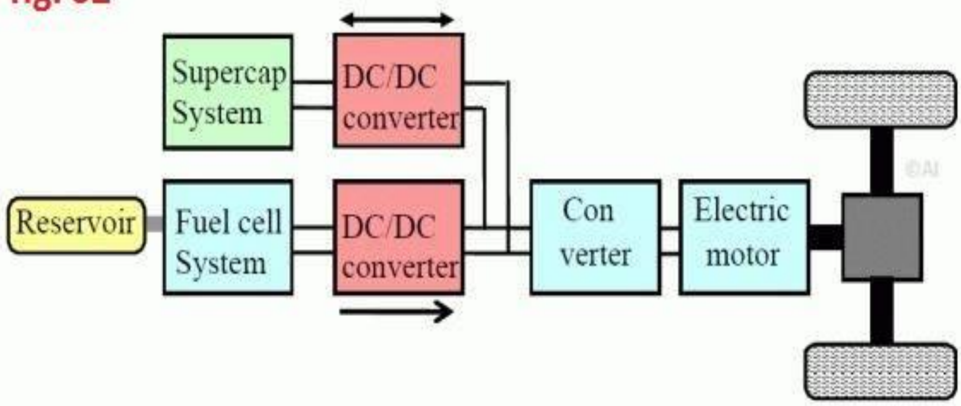


fig. 02

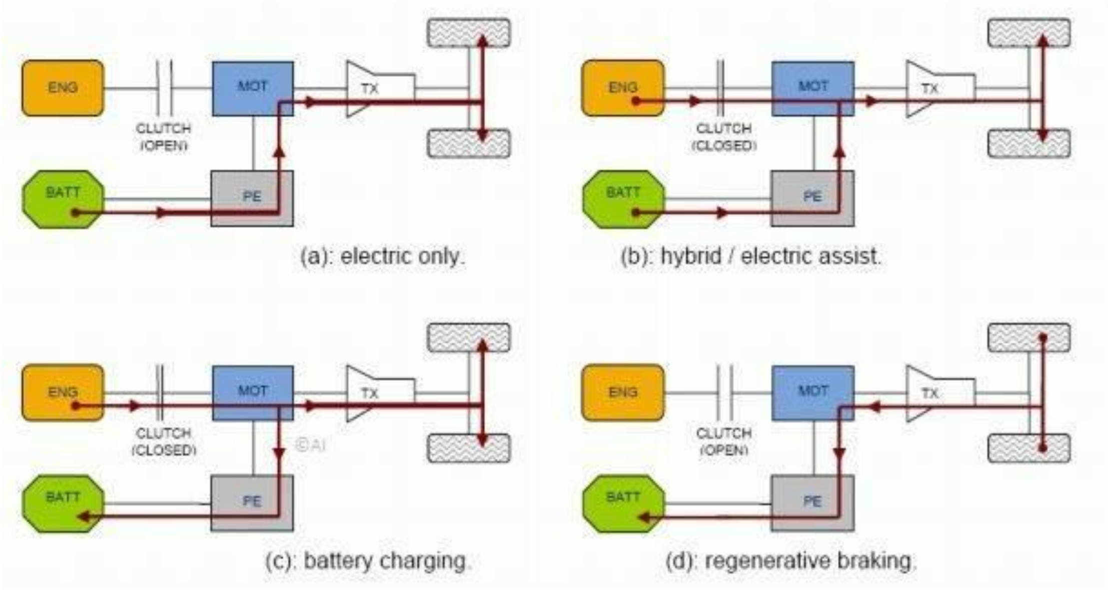


Structures of a fuel cell hybrid electric vehicle

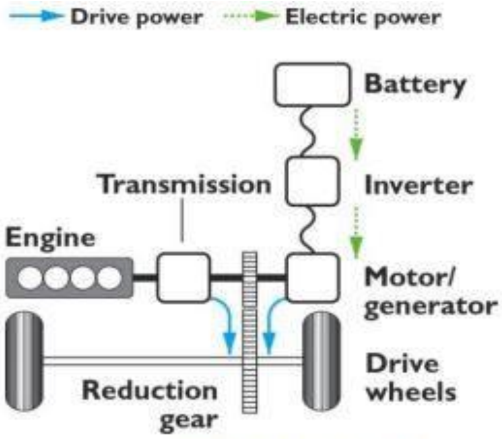
Operation modes:

The parallel configuration supports diverse operating modes:

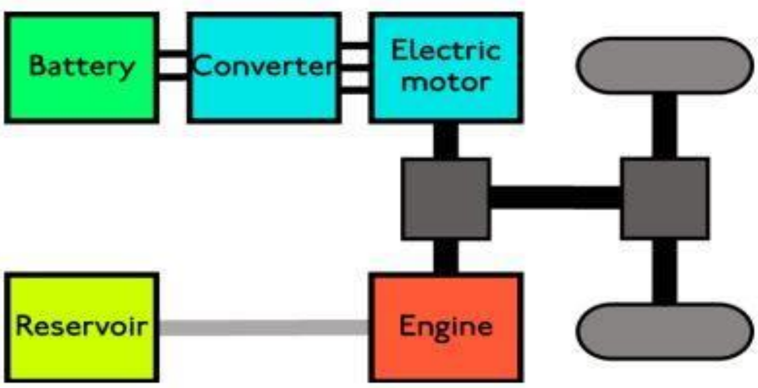
Fig.1



Some typical modes for a parallel hybrid configuration
PE = Power electronics
TX = Transmission



Structure of a parallel hybrid electric vehicle



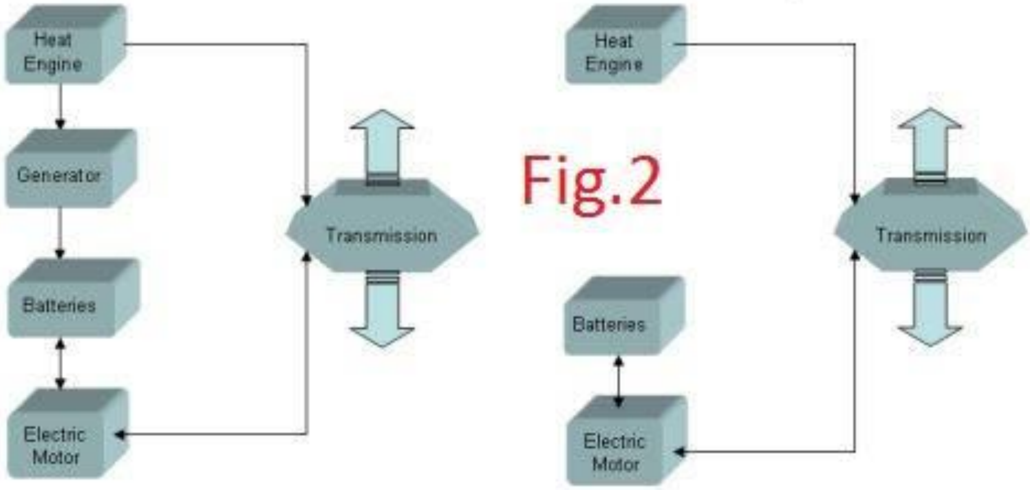
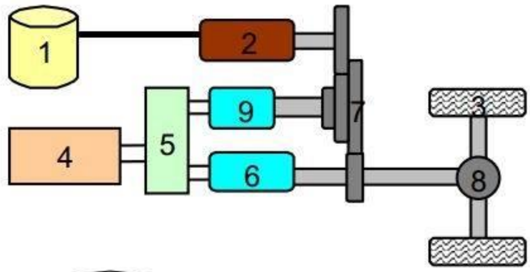
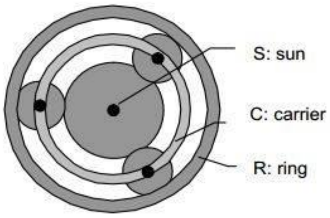


Fig.2

A parallel HEV can have an extra generator for the battery (left)
Without generator, the motor will charge the battery (right)



1: Fuel tank
2: Engine
3: Wheels
4: Battery
5: Convertors
6: MG2
7: Power Split device
8: Differential
9: MG1



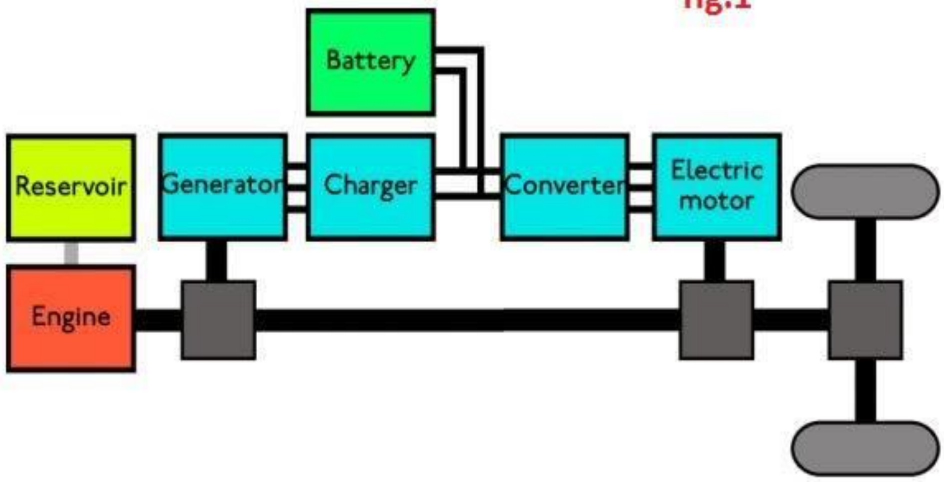
$$(1+\rho)\cdot\omega_C=\omega_S+\rho\cdot\omega_R$$

$$\rho=z_R/z_S$$

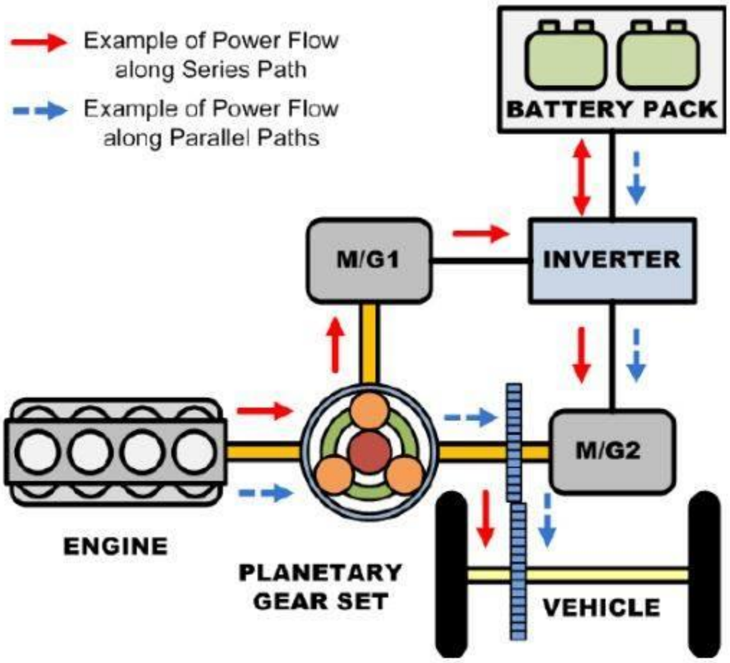
fig.2

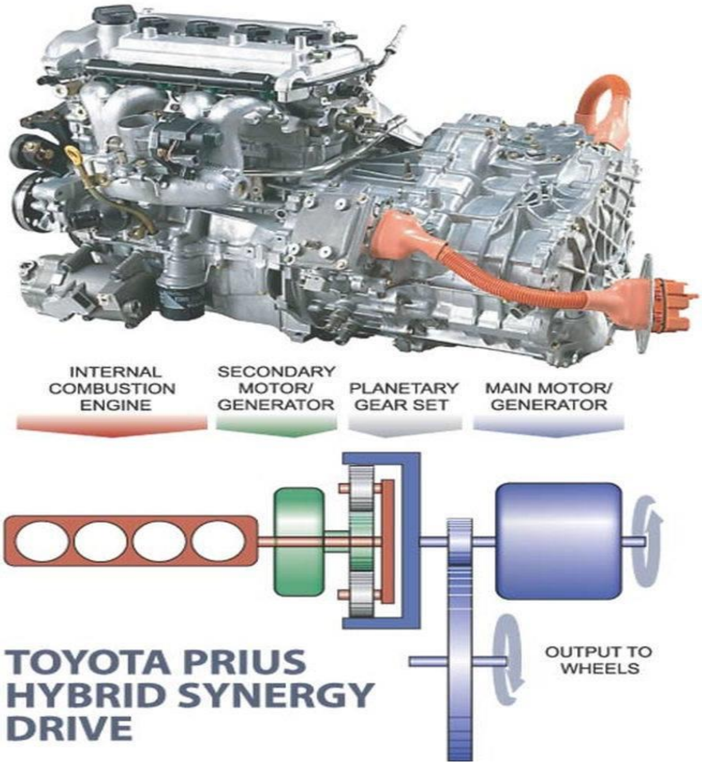
Combined HEV with planetary unit as used in the Toyota Prius

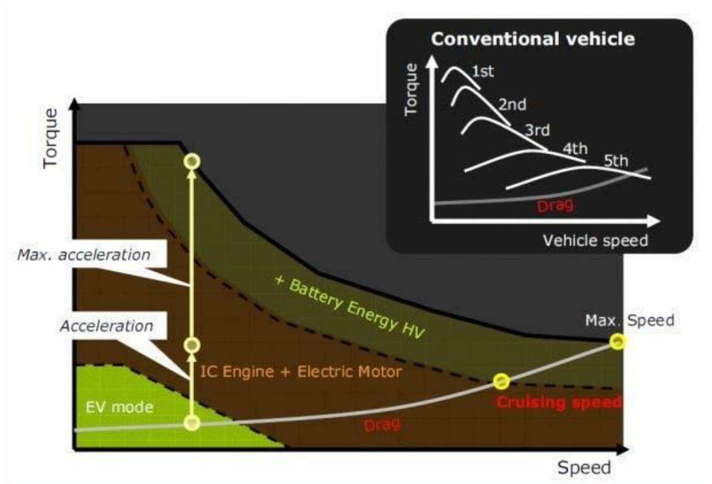
fig.1



Simplified structure of a combined hybrid electric vehicle







Combined hybrid drive modes **fig.4**

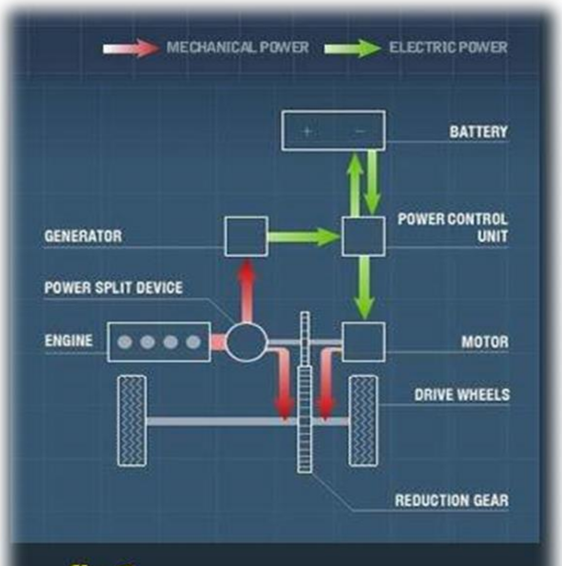


fig.3