

Yashil transport vositalari texnologiyalari

3-mavzu. Yashil transport vositalari turlari

“Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.”

Sustainable Transportation within the Framework of Green Deal - SPHERE

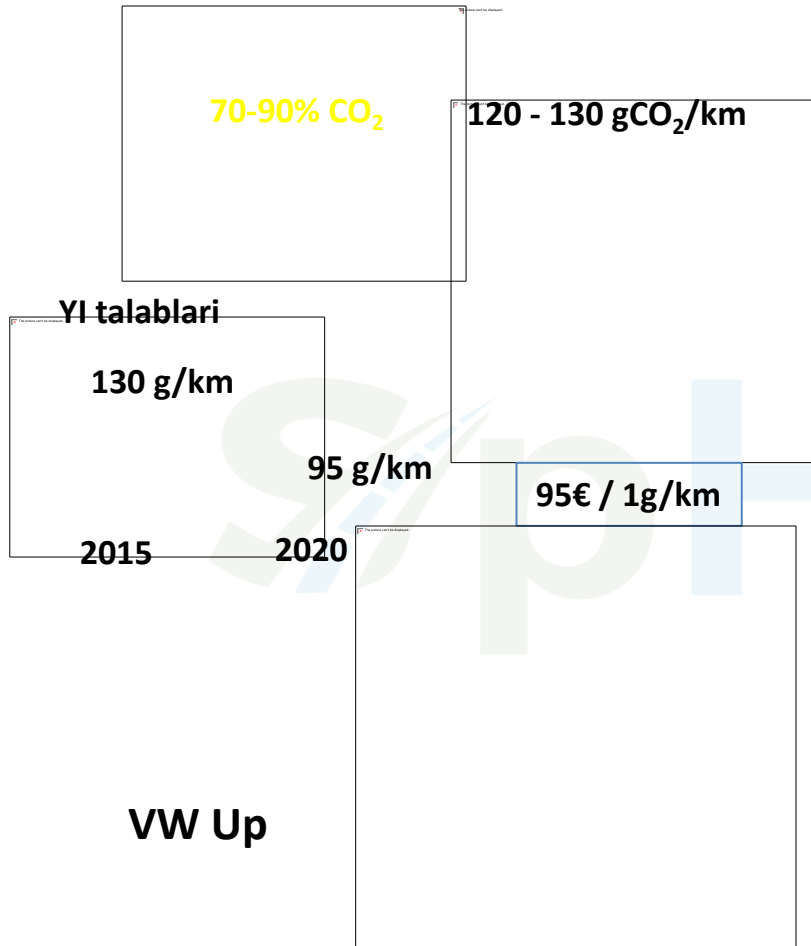
Call: ERASMUS-EDU-2023-CBHE-STRAND-2

Project Number: 101128065

Reja

- Kirish
- Yashil transport vositalar turlari
- Gibril yuitmalar ish printsipli va boshqaruv rejimlari
- Yashil transport siyosati va qonunchiligi
- Foydalanilgan adabiyotlar

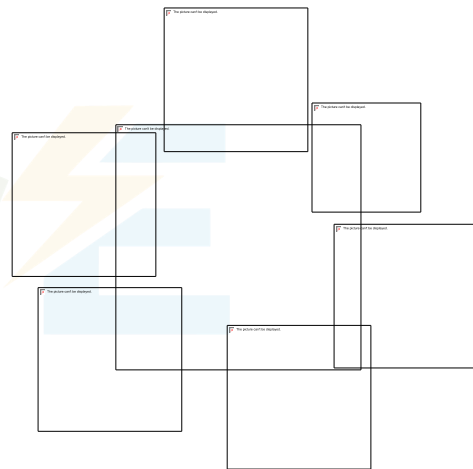
Yurtimani elektrlashtirish sabablari



4,3 l/100km

$4,3 \times 1,8 \text{ €} = 7,74 \text{ €/100 km}$ (Italiya)

$4,3 \times 0,65 \text{ €} = 2,8 \text{ €/100 km}$ (O'zbekiston)



12,7 kVtsoat/100km

$12,7 \times 0,45 \text{ €} = 5,7 \text{ €/100 km}$ (Italiya)

$12,7 \times 0,0255 \text{ €} = 0,33 \text{ €/100 km}$ (O'zbekiston)

Yashil transport vositalari

- Yashil transport vositalari yuqori samarador va chiqindi gazlar miqdorining kam chiqarishi bilan ajralib turadigan transport vositalari deb ta'riflanadi [1]
- Yashil transport vositalari gibrid elektr transport vositalari quyidagilarni o'z ichiga oladi [3]:
 - plagin (tashqaridan quvvatlanuvchi) gibrid elektr transport vositalari
 - vodorod va yonilg'i elementlari transport vositalari
 - akkumulyator batareyali elektr transport vositalarini

Gibrid elektr transport vositalari (HEV)

- Gibrid elektr transport vositalari (HEV) ikkita quvvat manbasidan quvvatlanadi [2].
- Birlamchi energiya manbai odatda ichki yonuv dvigatelini (IYOD) quvvatlaydigan qazilma manbalardan olinuvchi yonilg'i hisoblanadi.
- Ikkilamchi energiya manbai - bu elektr motori yoki motorlarini quvvatlaydigan kimyoviy batareyalarda saqlanadigan elektr energiyasidir [2, 3].
- Gibrid elektr transport vositalarida batareyalarni tashqi tarmoqqa ulash orqali quvvatlash (zaryadlash) imkoniyati mavjud emas.
- Buning o'rniga, quvvatlash transport vositasi bortida joylashgan generator yoki rekuperativ tormozlash xususiyati orqali amalga oshiriladi [3].

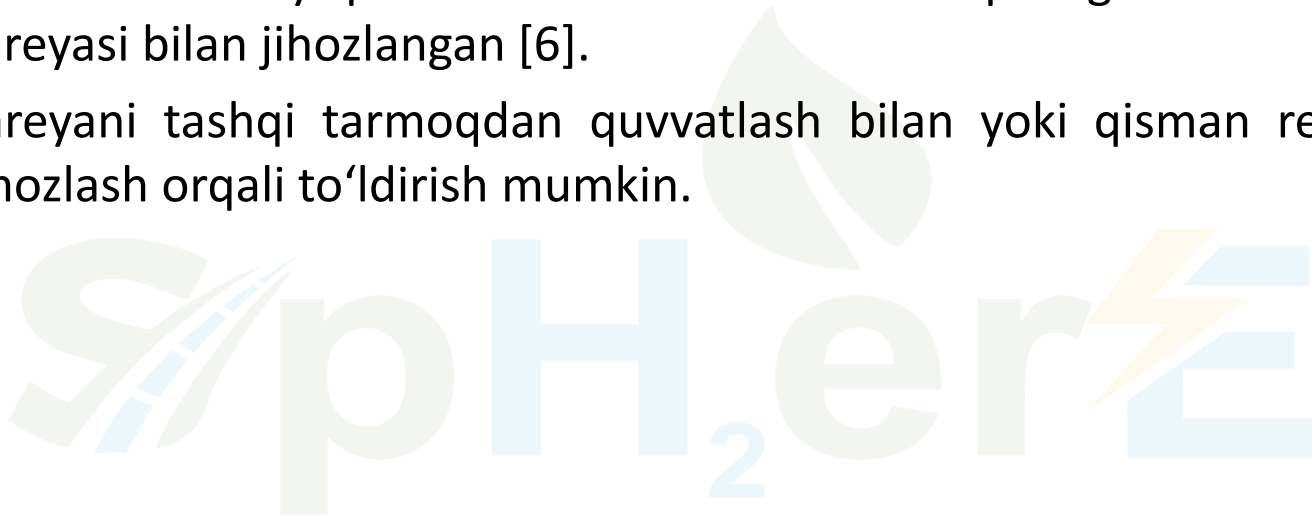
Plagin gibrid elektr transport vositalari (PHEV)

- Plagin gibrid elektr transport vositalari (PHEV) HEVlarda bo'lgani kabi batareyalardan ishlaydigan elektr motori va yonilg'i bilan ishlaydigan an'anaviy ichki yonuv dvigateli bilan jihozlangan [4].
- HEV'lardan farqli, PHEV'lar tarmoq energiya manbai yordamida quvvatlash uchun mo'ljallangan [4].



Akkumulyator batareyali elektr transport vositalari (BEV)

- Akkumulyator batareyali elektr transport vositalari (BEV) elektr motor yoki motorlar va asosiy quvvat manbai bo'lib xizmat qiladigan katta sig'imdagi batareyasi bilan jihozlangan [6].
- Batareyani tashqi tarmoqdan quvvatlash bilan yoki qisman rekuperativ tormozlash orqali to'ldirish mumkin.

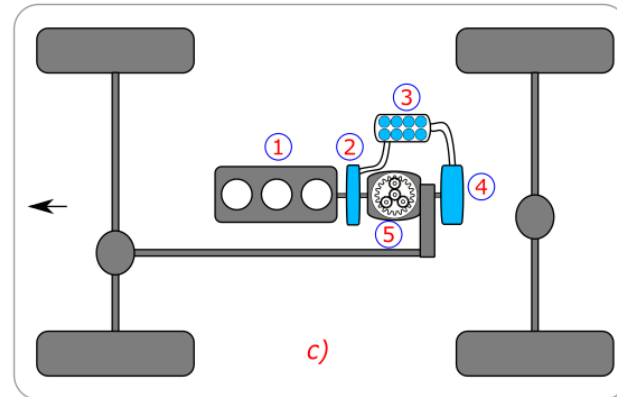
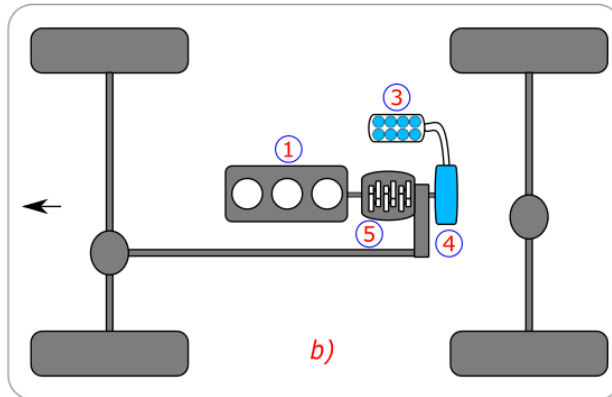
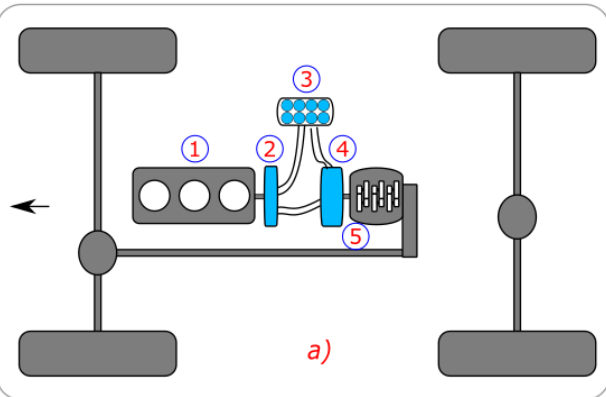


Yonilg'i elementlari elektr transport vositalari (FCEV)

- Yonilg'i elementlari elektr transport vositalari (FCEV) vodorod bilan ishlaydigan yonilg'i elementlari tomonidan ishlab chiqariladigan va o'z navbatida elektr motorini quvvatlaydigan elektr energiyasi bilan harakatlanadi [5].
- Vodorod yuqori bosim ostida (700 atm) balonlarda saqlanadi.
- Elektr batareyalari odatda cheklangan quvvat bilan tavsiflanadi, ular HEV batareyalari bilan umumiy xususiyatga ega.
- Bundan maqsad yonilg'i elementlaridan yuqori quvvat talab qiladigan rejimlarda batareyalar yordam berishi va rekuperativ tormoz energiyasini saqlashdir.

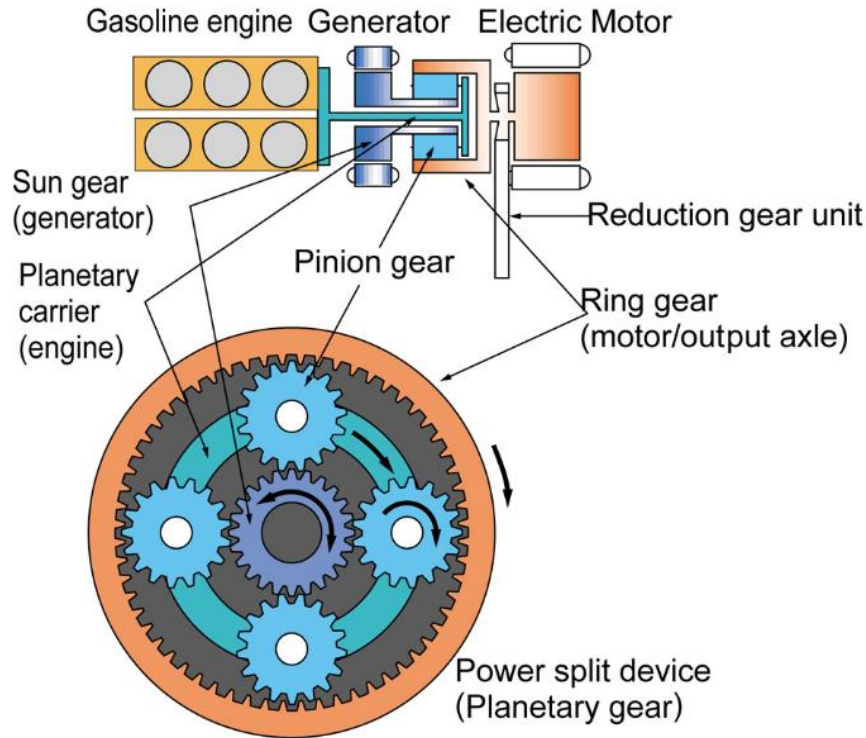
Parallel

Murakkab



Quvvat taqsimlovchi Ketma-ket-Parallel

Murakkab gibridd - Quvvat tasqimlash



Afzalliklar:

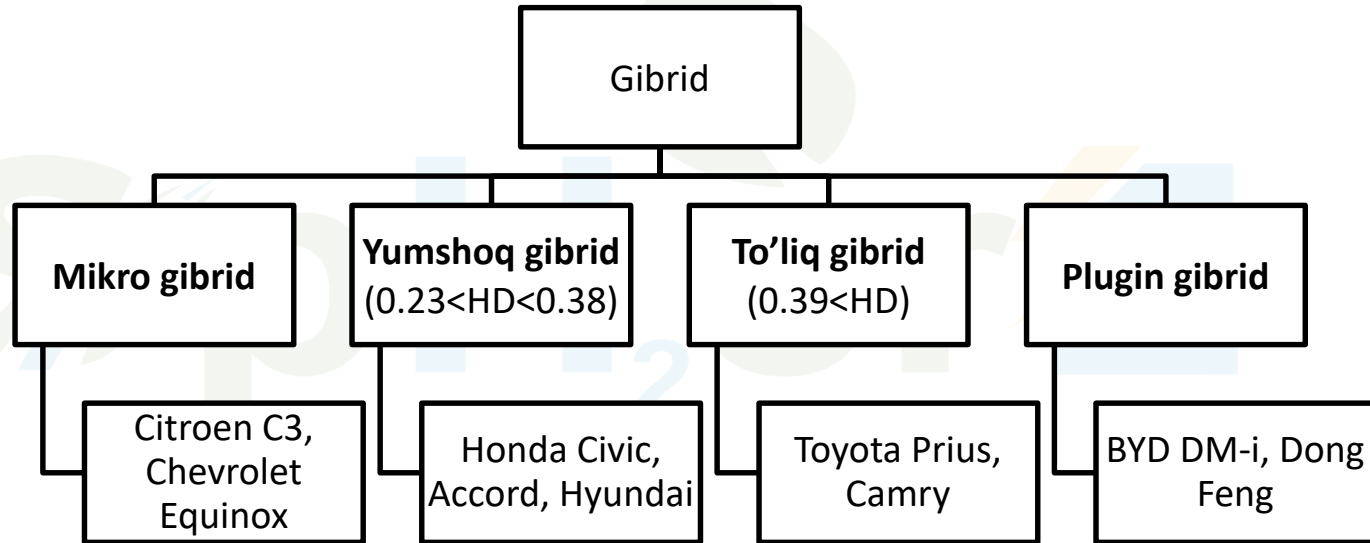
- IYoD va g'ildiraklar mexanik ravishda bog'langan va zaruriyat bo'lganda ularni ajratish mumkin;
- Elektr mashinalari ketma-ket va parallel ishlashlari mumkin;
- Rekuperativ tormozlash ikkala elektr mashinada ham amalga oshirilishi mumkin.

Kamchiliklar:

- Ikkita elektr mashinasi zarur;
- Quvvat taqsimlovchi gibridlarda (ya'ni THSda) sof IYoD rejimida harakatlanish imkoni mavjud emas. Shuning uchun magistral yo'llarda harakatlanganda, parallel gibridlar bilan solishtirilganda ko'p yonilg'i sarflanadi;

Gibridizatsiya darajasi bo'yicha tasniflash (Parallel)

$$HR = \frac{P_{em}}{P_{em} + P_{ice}}$$



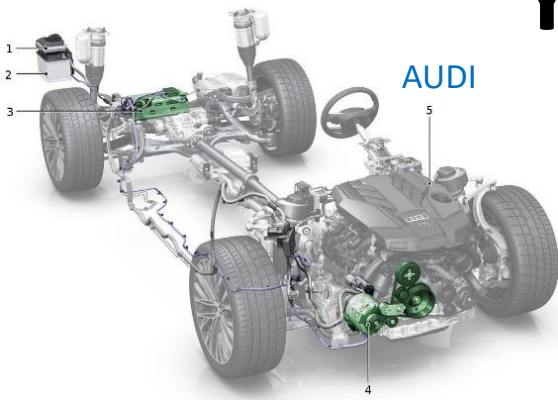
Mikro gibrid



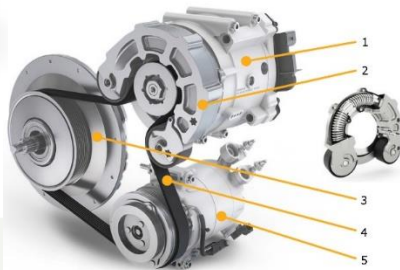
- O't oldirish startyor quvvati kattalashtiriladi
- EM quvvati 2 – 4 kVt
- Kattaroq sig'imli batareya
- Elektr kabellari yuqori tok qiymatlariga moslanishi kerak
- EBB qayta dasturlash (reprogramming)
- Imkoniyatni o'chirib qo'yish tugmasi
- Tizmini integrasiya qilishga minimal xarajatlar zaruriyati

Yumshoq gibrid - P0

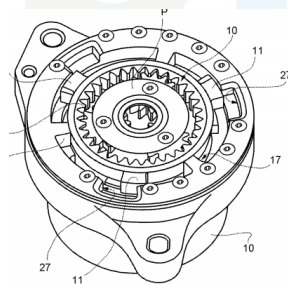
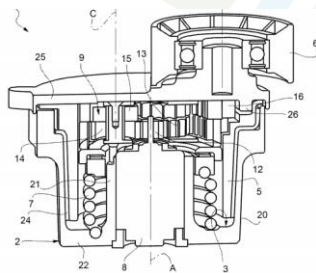
P0 joylashuvida elektr mashinasi an'anaviy generator o'rnida joylashtiriladi. Shu sababdan, u Belt Starter Alternator (BSA yoki BSG) yoki Belt Integrated Starter Generator (BISG) ya'ni tasma orqali harakatlantiriluvchi startyor generator deb nomlanadi.



CONTINENTAL 48V



DAYCO SMARTEN



Yumshoq gibrid - P0

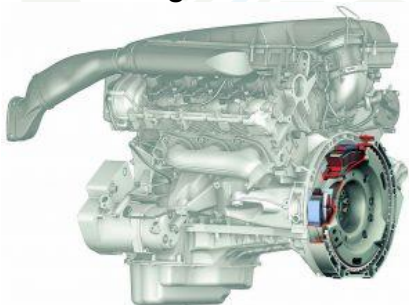
- An'anaviy elektr startyor va generator ularning funksiyalarini birlashtirgan yuqori quvvatli elektr mashinasi bilan almashtiriladi;
- Boshqa gibrid konfiguratsiyalari bilan birgalikda qo'llash mumkin;
- Elektr mashinasi quvvati 6-15 kVt atrofida bo'ladi;
- Yonilg'i sarfini 4-7% ga kamaytirishga erishish mumkin;
- Mavjud kuch uzatmasini qayta jihozlash nisbatan osonroq, chunki ko'p konstruktiv o'zgarishlar talab qilinmaydi. Shu sababdan modulli yechimlardan foydalanish mumkin;
- Yetakchi g'ildiraklar va elektr mashina o'rtasida katta miqdordagi dissipativ komponentlar (tasmaning sirpanishi, IYoD silindrlaridagi ishqalanish va nasos yo'qotishlari) tufayli elektr tortish va rekuperativ tormozlash samaradorligi pastligi;
- IYoD va elektr mashinasi o'rtasidagi uzatish nisbati keyingisining 15000-18000 ayl/min tezlikka moslashgan bo'lishini talab qiladi [10];
- Burovchi momentni uzatish yo'lida tasmaning mavjudligi sababli sovuq haroratlarda IYoDni ishga tushirishning cheklangan imkoniyati;
- Maksimal burovchi momentni uzatishning chegarasi 50 Nm;
- Dvigatelning oldinda joylashgan qo'shimcha qurilmalarni harakatga keltiruvchi tasmali uzatmani o'zgartirish

Yumshoq gibrid - P1

[13]



Honda Integrated Motor Assist (IMA)



Mercedes Benz S400 BlueHybrid

- **P1** gibrid arxitekturasida elektr motori IYoDning tirsakli vali maxovik tomoniga o'rnatiladi.
- Ba'zi konstruktiv yechimlarda EMning rotori IYoD maxovigini almashtirishi mumkin.
- EM an'anaviy ilashish muftasi oldiga o'rnatilganligi sababli uni IYoD tirsakli validan ajratib bo'lmaydi. Shuning uchun, faqat EM bilan tortish yoki rekuperativ tormozlash paytida, dvigateldagi nasos va ishqalanish yo'qotishlari gibrid tizim samaradorligiga ta'sir qiladi.

[14]

Yumshoq gibrid - P1

- P0 konfiguratsiyaga nisbatan yuqoriroq rekuperativ tormozlash samaradorligiga ega. Bunga asosiy sabab burovchi momentning tasmali uzatmasiz amalga oshirilishidadir;
- Zaruriyat paydo bo'lganda EM IYoD ga yordam berishi va kuch uzatmasidagi tebranishlarni so'ndirish uchun aktiv so'ndirgich sifatida ishlatilishi mumkin;
- IYoD uchun alohida maxovikka zaruriyat yo'q;
- Pastroq samaradorlikka ega startyor va generator (odatda F.I.K. 65%) yuqori samaradorlikka ega elektr mashinasi bilan almashtiriladi (o'rtacha F.I.K. 85% ga teng);
- EM katta tezlik va burovchi moment diapazoni ishlay olishi sababli, IYoDni ishga tushirish nisbatan shovqinsiz va silliq kechishi mumkin;
- Erkin yurish harakat rejimini integratsiya qilish imkoni mavjud;
- EMni joylashtirish uchun nisbatan kichik joy mavjudligi, uni yuqori nisbiy ko'rsatkichlarga ega bo'lishini talab qiladi. Bu o'z navbatida EM narxining yuqori bo'lishiga olib kelishi mumkin;
- □IYoDni EMDan ajratish imkoni mavjuda emas va bu qo'shimcha energiya yo'qotishlariga olib keladi.

Yumshoq gibrid – P2



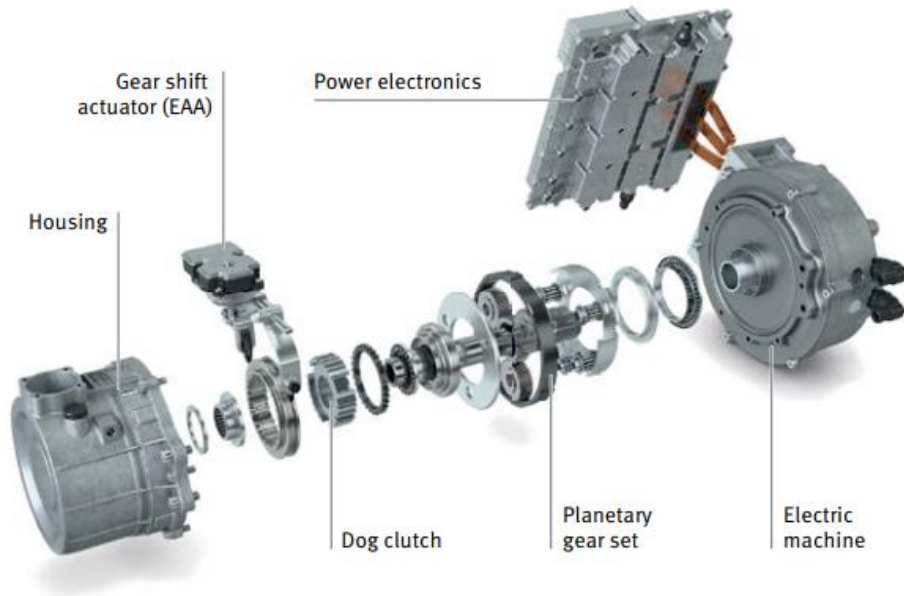
- P2 gibrid yechimlar hozirda keng qo'llanilayotgan texnologiyalardan biri bo'lib, alohida yoki boshqa konfiguratsiyalar bilan birgalikda qo'llanilmoqda.
- Bu konfiguratsiyada, EM asosiy ilashish muftasi C0 dan keyin joylashgan bo'lib, uzatmalar qutisining birlamchi vali kirishida joylashtiriladi. Ba'zi konstruktiv yechimlarda qo'shimcha (ikkilamchi) ilashish muftasidan (C1) ham foydalanish mumkin. Ammo, C1 vazifasini uzatmalar qutisiga ham integratsiya qilish mumkin. EM birlamchi valda markaziy joylashtirilishi yoki chetda joylashtirilib tishli yoki tasmali uzatma orqali harakat uzatilishi mumkin .

Yumshoq gibril – P2

- Asosiy ilashish muftasi C0, EM va IYoDni ajrata olishi sababli, faqat elektr tortishni amalga oshirish mumkin;
- EM, uzatmalar qutisidan oldin joylashganligi va uzatmalar qutisi uzatish nisbatlarini o'zgartirish imkoni borligi sababli, yuqori samaradorlik zonalarida ishlashi mumkin.
- IYoDni ishga tushirish EM orqali amalga oshirilishi mumkin. Buning uchun qo'shimcha ilashish muftasi C1 o'rnatilgan bo'lishi lozim;
- IYoDdagi nasos va ishqalanish yo'qotishlarisiz tortish va rekuperative tormozlashni asosiy ilashish muftasi C0 ajratish orqali amalga oshirish mumkin;
- Birlamchi valda EMni markaziy joylashtirish uning uzunligini kichik va aksincha radial o'lchamini kattaroq bo'lishi taqozo qiladi;
- EMni markaziy o'qdan chetda joylashtirish orqali uning radial o'lchamini kichikroq va kichikroq uzunlikda bo'lishini ta'minlash mumkin;
- Avtomobil tinch turganida batareyani quvvatlash imkoni mavjuda. Bunda qo'shimcha ilashish muftasi C1 ajratilgan va asosiy ilashish muftasi C0 ulangan holatda bo'ladi;
- Ikkita ilashish muftasining mavjudligi tizimni murakkab va nisbatan qimmat bo'lishiga olib keladi;
- EMni markaziy o'qdan chetda joylashtirish va tasma\zanjir uzatma orqali harakatni uzatish qo'shimcha energiya yo'qotishlariga olib keladi va qo'shimcha tasma taranglagichlarni ishlatishni taqozo qiladi;
- Yuqorida aytilgan qoshimcha qismlar narxni yuqoriroq bo'lishiga olib keladi;
- EM markaziy joylashgan holatda uning uzunligi asosiy cheklovlarga sabab bo'lishi mumkin.

[9]

Yumshoq gibridd – P3



- **P3** turdagi gibridd yuritmalarning P2 turdagilarga nisbatan asosiy farqi, ularda EMning uzatmalar qutisining chiquvchi valida joylashganligidadir.
- Shuning uchun, EM burovchi momenti katta va burchak tezligi kichik bo'lishi talab qilinadi. EM maksimal quvvati 25-60 kVt oraliqda bo'lishi mumkin [9].

Yumshoq gibrid – P3

- EM chiquvchi valda joylashadi;
- Tortish va rekuperativ tormoz rejimlarida burovchi moment uzatmalar qutisi yoki boshqa uzatmalar orqali o'tmaganligi sababli yuqori samaradorlikka erishish mumkin;
- EM chiquvchi valda joylashganligi sababli uzatmalar qutisida pog'onalarni almashtirish jarayonida burovchi momentda uzilish bo'lmasdan uzatish mumkin (power shift process). Bu o'z navbatida harakat qulayligini oshirish imkonini beradi;
- Uzatmalar qutisini neytral pog'onaga qo'yish orqali, faqat EM tomonidan harakat qilish imkoni mavjud;
- EM hajmi chegaralangan;
- EM ning P3 joylashuvda bo'lishi uzatmalar qutisini to'liq qayta loyihalashni taqozo qiladi;
- EM uzatmalar qutisidan keyin joylashganligi sababli g'ildirakning tezlik rejimlari diapazonini to'liq qamrab olishi lozim;
- Tinch turgan holda EM orqali batareyani quvvatlantirish imkoni yo'q.

Yumshoq gibril – P4



Valeo korxonasi tomonidan ishlab chiqiladigan P4 gibril yuritma moduli (48V Electric Rear Axle Drive) [15]

- P4 turdagi gibril yuritmada EM IYoD joylashgan o'qdan boshqa o'qda joylashadi.
- Bu odatda orqa o'qda joylashuvini bildiradi.
- Bu konfiguratsiya IYoD va EM ning “yo'l orqali parallel” ("Parallel-Through-the-Road") bo'lishini anglatadi. Bu turdagi yuritmada EM odatiy yetakchi o'qlardan boshqa o'qda joylashganligi sababli uning integratsiyasi nisbatan soddaroq kechadi. Boshqa turdagi konfiguratsiyalar bilan birgalikda qo'llash mumkin.

Yumshoq gibril – P4

- ☐ EM odatiy yetakchi o'qdan boshqasiga o'rnatilgan;
- ☐ EM burovchi momenti qo'shimcha differentsial orqali yetakch g'ildiraklarga yetkaziladi;
- ☐ Motor torque flows through additional differential to the traction wheels;
- ☐ Konstruktsiyaning "yo'l orqali parallel" ekanligi uning modullashgan tizim sifatida ishlatish mumkinligini anglatadi;
- ☐ Tyuning yechim sifatida qo'llash muki;
- ☐ Rekuperativ tormozlash samaradorligi EM yetakchi g'ildiraklarga yaqin joylashganligi sababli yuqori;
- ☐ To'liq elektrda harakatlanish imkoniyati;
- ☐ Avtomobil hamma g'ildiraklarini yetakchi qilish imkoniyati;
- ☐ Gibril yuritmaning boshqa konfiguratsiyalari bilan birgalikda qo'llash imkoniyati;
- ☐ Orqa ko'pri va osmalarni qayta loyihalashni taqozo qiladi;
- ☐ IYoDni o't oldirishda EM startyor sifatida ishlay olmaydi, chunki bu ikkalasining mexanik bog'lanishi yo'q orqalidir. Shu sababdan odatiy startyor o'rnatilishi lozim.
- ☐ Avtomobil tinch turganida batareyani quvvatlash imkoni yo'q.
- ☐ Avtomobil harakat turg'unligiga ta'sirini yaqxshiroq o'rganish zarur.

Yumshoq gibrid – P5

Protean Electric tomonidan ishlab chiqilgan P5 gibrid yurtimealarda ishlatish mumkin bo'lgan motor-g'ildirak [16, 17]

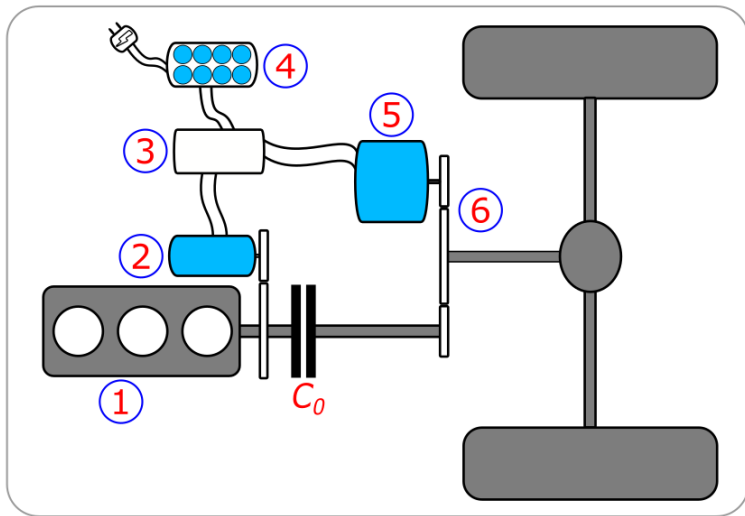


- P5 gibrid yuritmasi modulli tizim sifatida g'ildiraklarga to'g'ridan-to'g'ri joylashtiriladi.
- Bunda g'ildirak-motorlardan foydalaniladi.
- Bu turdagi gibrid yuritmalar P4 gibrid yuritmasi bilan bir hil tavsifga ega.
- Asosiy kamchiligi sifatida osma massasini oshirishini keltirish joiz.

Gibrid yuritmalarning mavjud funktsiyalari bo'yicha tasniflanishi

	Mikro gibrid (Micro HEV)	Yumshoq gibrid (Mild HEV)			To'liq gibrid (Full HEV)	PHEV	EV
		<i>P0</i>	<i>P1</i>	<i>P2</i>			
EM quvvati [kVt]	2-4	10-15	15-20	15-25	25-60	40-100	> 60
Elektr kuchlanishi [V]	12	48	< 160	48	150-350	< 400	< 450
IYoD sovuqda ishga tushirish							
IYoD stop/start							
IYoD optimal ish zonasi							
IYoD elektr yotdam							
IYoDni ajratish							
Rekuperativ tormozlash							
Faqat elektr tortish							
Tashqi tarmoqdan quvvatlash							

BYD DM-i texnologiyasi



BYD DM-i texnologiyasi sxematik diagrammasi (P1 va P3 gibrid yuritmalar birlashuvi) [18, 19, 20]. 1 – IYoD, 2 – generator, 3 – inverter, 4 – batareya, 5 – elektr motor, 6 – uzatmalar qutisi, C0 - asosiy ilashish muftasi.

EV mode (*elektr tortish rejimi*) – bunda faqat EM 5 va uzatmalar qutisi 6 orqali harakat amalga oshiriladi va ilshish muftasi C0 ajratilgan holatda bo'ladi. Bu rejimda elektr energiyasi batareya 4 tomonidan yetkazib beriladi. Shu bilan birga generator 2, IYoD 1 orqali harakatga keltirilib elektr energiyasi yetkazib berishi ham mumkin.

Hybrid mode (*gibrid rejim*) – IYoD 1 ulangan ilashish muftasi C0 va EM 5 birgalikda uzatmalar qutisi 6 orqali yetakchi g'ildiraklarga harakatni uzatib berishadi. Bunda elektr energiyasi, batareya 4 yoki IYoD 1 tomonidan haraktlantiriluvchi generator 2 orqali ta'minlab berilishi mumkin.

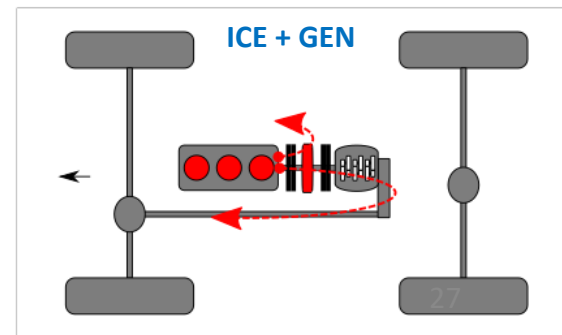
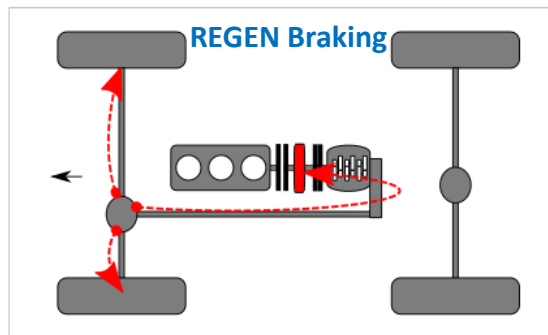
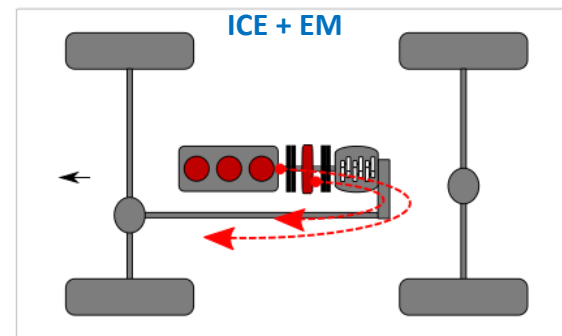
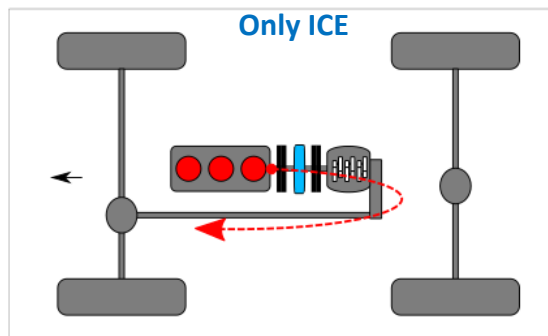
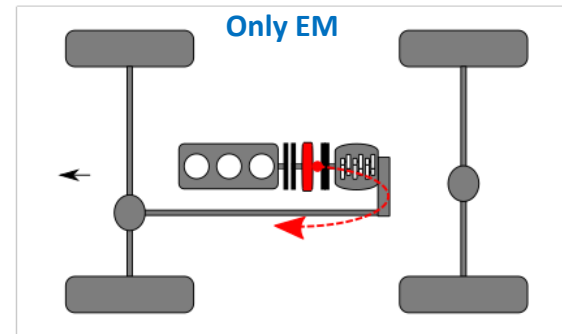
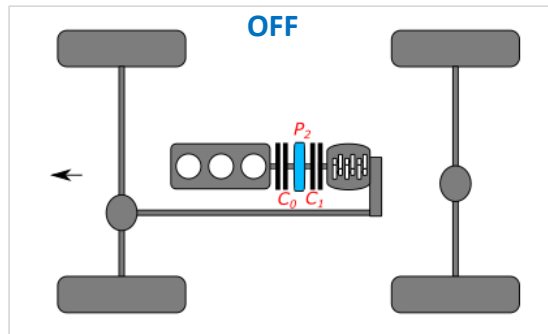
ICE mode (*faqat IYoD rejimi*) – IYoD 1 ulangan ilashish muftasi C0 va uzatmalar qutisi 6 orqali harakatni yetakchi g'ildiraklarga uzatadi. Bu rejim IYoD ning yuqori samarador zonasiga to'g'ri kelganligi uchun asosan katta tezliklarda foydalanish eng maqbul hisoblanadi. BYD avtomobillarida bu 60 km/soat tezlikdan keyin ro'y beradi.

Regenerative braking mode (*rekuperativ tormozlash rejimi*) – bu rejim to'liq elektrda harakat rejimi (EV mode) bilan bir hilda kechadi. Ammo, quvvat oqimi yo'nalishi g'ildiraklardan elektr motori (bu vaqtda generator rejimida ishlaydi) tomonga bo'ladi.

Charging mode (*quvvatlash rejimi*) – bu rejimda IYoD 1 generator 2 yordamida batareyani 4 quvvatlaydi. Bunda ilashish muftasi C0 ajratilgan holatda bo'lib, elektrdan harakatlashish va batareyani quvvatlantirish amalga oshirilishi mumkin. Haraktlantirish zanjiri IYoD 1 → Generator 2 → Inverter 3 → Elektr motor 5 → Uzatmalar qutisi → Yetakchi g'ildiraklar ko'rinishida bo'ladi. Shu bilan birgalikda batareyani quvvatlantirish zanjiri IYoD 1 → Generator 2 → Inverter 3 → Batareya 4 ko'rinishida bo'ladi. Bunda, g'ildiraklarda talab qilingan quvvat yuqori bo'lmaslik sharti qanoatlantirilishi lozim.

P2 gibrid yuritmasining ish rejimlari

- OFF mode (o'chirilgan rejim) - bunda IYoD va EM to'liq o'chgan holatda bo'ladi.
- Faqat EM rejimi (only EM mode), ya'ni faqat EM orqali tortish amalga oshiriladigan rejimda, IYoD o'chgan va asosiy ilashish muftasi C0 ajratilgan holatda bo'ladi. Yetakchi g'ildiraklar faqat EM orqali harakatga keladi. Bu rekuperative tormozlash rejimi (regenerative braking mode) bilan bir xil bo'lib, faqat quvvat oqimi yo'nalishi bilan farqlanadi.
- Faqat IYoD rejimida (only ICE mode), C0 va C1 ilashish muftali ulangan holatda bo'ladi. Yetakchi g'ildiraklar harakati faqat IYoD tomonidan amalga oshiriladi. Bunda EM o'chirilgan bo'ladi. EMning burovchi momentni uzatish yo'lida joylashgani qo'shimcha elektromagnetik yo'qotishlarga olib kelishi mumkin.
- Gibrid tortish rejimda (ICE+EM mode), IYoD va EM birgalikda tortishni amalga oshiradi. Bunda ularning burovchi momentlari mos uzatishlar nisbati orqali qo'shiladi. Ularning aylanma tezliklari bir-biri bilan kinematik bog'liq bo'ladi.
- IYoD tortish rejimida va EM generator rejimida ishlaydigan gibrid rejimida (ICE+GEN mode), IYoD yuqori samarador rejimida ishlashi ta'minlanadi. Ortiqcha yuklama esa generator rejimida ishlaydigan EM tomonidan amalga oshiriladi.



Reference

- [1].<https://www.epa.gov/greenvehicles/learn-about-green-vehicles>
- [2].<https://afdc.energy.gov/vehicles/how-do-hybrid-electric-cars-work>
- [3]. Mehrdad Ehsani, Yimin Gao, Stefano Longo and Kambiz M. Ebrahimi: Modern Electric Hybrid Electric and Fuel Cell Vehicles (3rd Edn), 2018 by Taylor & Francis Group, CRC Press
- [4].<https://afdc.energy.gov/vehicles/how-do-plug-in-hybrid-electric-cars-work>
- [5].<https://afdc.energy.gov/vehicles/how-do-fuel-cell-electric-cars-work>
- [6].<https://afdc.energy.gov/vehicles/how-do-all-electric-cars-work>
- [7]. De Simone, M.C., Laiola, V., Rivera, Z.B., Guida, D. (2022). Dynamic Analysis of a Hybrid Heavy-Vehicle. In: Karabegović, I., Kovačević, A., Mandžuka, S. (eds) New Technologies, Development and Application V. NT 2022. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 472. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-05230-9_27
- [8]. Sanjarbek, R., Mavlonov, J., & Mukhitdinov, A. (2022). Analysis of the Powertrain Component Size of Electrified Vehicles Commercially Available on the Market. Communications - Scientific Letters of the University of Zilina, 24(1), B74–B86. <https://doi.org/10.26552/com.c.2022.1.b74-b86>
- [9]. SCHAEFFLER Mobility for tomorrow. Schaeffler Symposium 2018. Available online: https://www.schaeffler.com/remotemedien/media/_shared_media/08_media_library/01_publications/schaeffler_2/symposia_1/downloads_11/schaeffler_kolloquium_2018_en.pdf
- [10]. Bao, R., Avila, V., and Baxter, J., "Effect of 48 V Mild Hybrid System Layout on Powertrain System Efficiency and Its Potential of Fuel Economy Improvement," SAE Technical Paper 2017-01-1175, 2017, doi:10.4271/2017-01-1175.
- [11]. Continental Aftermarket. A belt that reduces emissions and saves costs. Available online: <https://www.continental-aftermarket.com/en-en/magazine/technology-products/available-now-a-belt-that-reduces-emissions-and-saves-costs>
- [12]. Mild hybrid 48 volt drivetrain. Available online: <https://www.audi-mediacycenter.com/en/photos/detail/mild-hybrid-48-volt-drivetrain-48006>

Reference

- [13].Honda Announces Development of New Honda Hybrid System Featuring 3-Stage i-VTEC + IMA -New Civic Hybrid powerplant scheduled for fall 2005 introduction. Available online: <https://global.honda/en/newsroom/news/2005/4050705b-eng.html>
- [14].S400 BlueHYBRID Makes Chicago Auto Show Debut Available online: <https://media.mbusa.com/releases/release-48b060fe758748a9920f6b068ba2692f-s400-bluehybrid-makes-chicago-auto-show-debut>
- [15].Valeo unveils its latest technologies at the Paris Motor Show. Available online: <https://www.valeo.com/en/valeo-unveils-its-latest-technologies-at-the-paris-motor-show/>
- [16].Maker of In-Wheel Electric Car Motors Goes to China <https://spectrum.ieee.org/maker-of-inwheel-electric-car-motors-goes-to-china>
- [17].Tang, Y., Paulides, J. J. H., & Lomonova, E. A. (2014). Analytical Modeling of Flux-Switching In-Wheel Motor Using Variable Magnetic Equivalent Circuits. *ISRN Automotive Engineering*, 2014, 1–10. <https://doi.org/10.1155/2014/530260>
- [18].Gong, C., Xu, J., & Lin, Y. (2024). Plug-In Hybrid Electric Vehicle Energy Management with Clutch Engagement Control via Continuous-Discrete Reinforcement Learning. In *Energy Technology* (Vol. 12, Issue 6). Wiley. <https://doi.org/10.1002/ente.202301512>
- [19].Zhang, B., Shi, P., Mou, X., Li, H., Zhao, Y., & Zheng, L. (2023). Energy Management Strategy for P1 + P3 Plug-In Hybrid Electric Vehicles. In *World Electric Vehicle Journal* (Vol. 14, Issue 12, p. 332). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/wevj14120332>
- [20].Li, S., Wang, P., Zeng, D., Peng, W., & Yang, L. (2021). Multi-System Coupling DMi Hybrid Vehicle Modeling and Its Performance Analysis Based on Simulation. In *World Electric Vehicle Journal* (Vol. 12, Issue 4, p. 215). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/wevj12040215>
- [21].A. Panday and H. O. Bansal, “A Review of Optimal Energy Management Strategies for Hybrid Electric Vehicle,” *International Journal of Vehicular Technology*, vol. 2014. Hindawi Limited, pp. 1–19, Nov. 18, 2014. doi: 10.1155/2014/160510
- [22].<https://theicct.org/wp-content/uploads/2021/06/EU-vehicle-standards-green-deal-mar21.pdf>
- [23].https://theicct.org/wp-content/uploads/2024/03/ID-116-%E2%80%93Euro-7-standard_final.pdf

E'tiboringiz uchun rahmat!

