

Elektromobillarga kirish EV va HEV

Elektr va gibrid avtomobillar diagnostikasi · 1-mavzu

Barqaror transport bakalavriati (1-bosqich) · 4-kurs, 7-semestr · 6 ECTS

Sustainable Transportation within the Framework of Green Deal - SPHERE

Call: ERASMUS-EDU-2023-CBHE-STRAND-2 | Project Number: 101128065

"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."

YO'NALTIRISH

Kurs konteksti va o'quv maqsadlari

To'qqizta ma'ruza mavzusi

1 · EV va HEV ga kirish (bugun)

2 · Xavfsizlik qoidalarini va yuqori kuchlanish

3 · Asbob-uskunalar va bortdagi diagnostika

4 · Mexanik tizimlar: IYD va transmissiyalar

5 · Tormoz va iqlim tizimi diagnostikasi

6 · Avtomobil elektr tizimlari

7 · Elektr yuritmalar, DC–DC va inverterlar

8 · Traksion batareyalar va BBT

9 · ADAS diagnostikasi va kalibrlash

1-mavzu so'ngida quyidagilarni bilasiz:

- ▶ ICEV, BEV, HEV, PHEV va FCEV ni energiya manbai va quvvat yo'li bo'yicha farqlash
- ▶ EV/HEV ning asosiy uzellarini va energiya oqimini tasvirlash
- ▶ Elektr dvigatel va IYD ning moment/quvvat tavsiflarini muhandislik nuqtai nazaridan solishtirish
- ▶ Gibrad arxitekturalarni tasniflash — ketma-ket, parallel, ketma-ket-parallel va P0–P4
- ▶ Gibradlash darajasini (mikro / yengil / to'liq) va zaryad rejimini tushuntirish
- ▶ EV, HEV va ICEV ni “quduqdan g'ildirakkacha” tahlili orqali solishtirish
- ▶ EV/HEV diagnostikasini o'ziga xos qiluvchi yangi nosozlik sohalarni aniqlash

REJA

Bugun nimani ko'rib chiqamiz

1

Sabablar va ta'riflar

Nega elektrlashtirish; ICEV va BEV/HEV/PHEV/FCEV atamaları

2

Qisqa tarix

1830-yillardagi tajribalardan bugungi ommaviy bozorgacha

3

Muhandislik asoslari

Energiya o'zgartirish, quvvat tizimi, dvigatel va motor tavsiflari

4

EV arxitekturası

BEV tizimi, uzatish yo'llari, quvvat tizimi konfiguratsiyalari

5

HEV arxitekturası

Ketma-ket, parallel, quvvat-taqsim, gibridlash darajasi, P0-P4

6

Tizimli solishtirish

"Quduqdan g'ildirakkacha" samaradorlik, EV va ICEV, energiya saqlash

7

Nega bu diagnostika uchun muhim

Yangi nosozlik sohalari va kursning davomiga ko'prik

Hammasini bog'lovchi g'oya

ENERGIYA MANBAI Yoqilg'i · batareya · H₂



O'ZGARTIRISH Dvigatel · motor · yoqilg'i elementi



QUVVAT YO'LI Mexanik va/yoki elektrik



G'ILDIRAKLAR Tortish kuchi

ASOSLASH

Nega yo'l transportini elektrlashtirish kerak?



Chiqindilar va havo sifati

Yo'l transporti — CO₂ va shahar NO_x / qattiq zarrachalarning asosiy manbai. BEV o'xshash benzinli avtomobilning "quduqdan g'ildirakkacha" CO₂ sining taxminan yarmi yoki uchdan birini chiqaradi.



Energiya samaradorligi

Elektr yuritmalar "bakdan g'ildirakkacha" ~75–90% samaradorlikka erishadi; benzinli IYD esa ~15–25% gacha past bo'lishi mumkin.



Energiya xavfsizligi

Elektr energiyasini turli va qayta tiklanadigan mahalliy manbalardan olish mumkin, bu import neftga bog'liqlikni kamaytiradi.



Tartibga solish va rag'batlar

ZEV talablari, parkning CO₂ chegaralari (ayniqsa Yelda) va xarid rag'batlari — ko'pincha texnologiyadan ham kuchliroq bozor omillari.

ATAMALAR

Avtomobil oilalari — aniq ta'riflar

ICEV

Ichki yonuv dvigatelli avtomobil

Harakat faqat suyuq yoqilg'i yonadigan IYD dan. Solishtirish uchun asos.

BEV

Batareyali elektromobil

Tortish kuchi faqat bir yoki bir nechta elektr mashinadan, bortdagi batareya bilan ta'minlanadi. Dvigatel yo'q.

HEV

Gibrid elektromobil

Ikki quvvat manbai — IYD va bir yoki bir nechta elektr mashina. Hech qachon tarmoqqa ulanmaydi (zaryad saqlovchi).

PHEV

Tarmoqdan zaryadlanuvchi gibrid

Kattaroq batareyali HEV; tarmoqdan zaryadlanadi, ma'lum masofani faqat elektrda yuradi, keyin HEV sifatida.

FCEV

Yoqilg'i elementli elektromobil

Bortdagi energiyasi vodorodli yoqilg'i elementidan olinadigan EV; element motor uchun elektr ishlab chiqaradi.

TARIX · 1

Birinchi elektr davri (1830-yillar – 1912)

1831

Faradey induksiya qonuni → DC motor

1859

Qo'rg'oshin-kislotali batareya (Plante)

1897

Krieger EV: 24 km/soat, ~80 km masofa

1900AQSh savdosi:
40% bug' · 38% elektr · 22% benzin**1912**

34 000 EV — benzinlilardan 2 : 1 ko'p

O'z avjida elektromobil — sokin, toza va boshqarish oson bo'lgan premium tanlov edi.

Nega keyin 1920-yillarda yo'qoldi:

- ▶ **Elektr starter (1911)** benzinli avtomobilni endi qo'lda aylantirish shart emas — eng katta kamchilik yo'qoldi
- ▶ **Ommaviy ishlab chiqarish** Ford Model T 1925-yilda ~\$260 ga tushdi, EV esa ~\$850 — benzinli ancha arzonlashdi
- ▶ **Infratuzilma** qishloqlarda benzin bor edi, lekin batareyani zaryadlashga elektr deyarli yo'q edi
- ▶ **Energiya zichligi** suyuq yoqilg'i 1 kg da qo'rg'oshin-kislotali elementdan ko'ra ko'p energiya saqlardi — uzun masofa, tez quyish

TARIX • 2

Pasayish, qaytish va zamonaviy davr

1920–50

Tanazzul

EV ommaviy bozordan yo'qoladi; yarim asr davomida IYD yo'l transportida hukmron.

1960-yil

Birinchi belgilar

Tutun muammosi GM Electrovair (induksion motor, SCR inverter) va Ford tadqiqotlarini boshlaydi.

1970-yil

Neft inqirozi

1973-yil neft embargosi qiziqishni qaytaradi; AQShning 1976-yil EV qonuni mablag' ajratadi.

1990-yil

ZEZ talabi

Quvvat elektronikasi + mikroprotessorlar yetiladi; Kaliforniya ZEZ qoidalari EV dasturlarini majbur qiladi (GM EV1).

2000-yil

Gibridlar

Ommaviy HEV lar elektr yuritmani tijoriy jihatdan odatiy holga keltiradi.

2010 →

BEV o'sishi

Li-ion + tez zaryad + CO₂ qoidalari global BEV o'sishini tezlashtiradi.

BOZOR

Bozor holati qanday

2 mln+

yiliga global EV savdosi (2018-dan), yiliga
~60% o'sish

Xitoy

eng yirik bozor — rag'batlar va mikro-EV
lar hisobiga

Yel

qat'iy park CO₂ chegaralari PHEV va 48 V
yengil gibridlarni surdi

AQSh

tartibga solish (ZEV/CARB) asosiy turtki

Qabul qilishni to'rt omil belgilaydi — faqat texnologiya emas

- ▶ **Texnologiya** masofa, zaryad tezligi va narx qaysi segment foydali ekanini belgilaydi
- ▶ **Tartibga solish** emissiya chegaralari va ZEV talablari bozorni ochadi yoki majbur qiladi
- ▶ **Rag'batlar** xarid subsidiyalari va soliq imtiyozlari dastlabki qabulni tezlashtiradi
- ▶ **Mintaqaviy ehtiyoj** zich shaharlar, tarmoq mavjudligi va mahalliy sanoat tarkibni belgilaydi

ASOSLAR

Energiya o'zgartirish va quvvat tizimi

Uchta asosiy energiya o'zgartirgich



IYD

Issiqlik dvigateli: kimyoviy → mexanik energiya



Elektr mashina

Ikki tomonlama: elektr ↔ mexanik (motor / generator)



Yoqilg'i elementi

Elektrokimyoviy: kimyoviy → elektr energiya

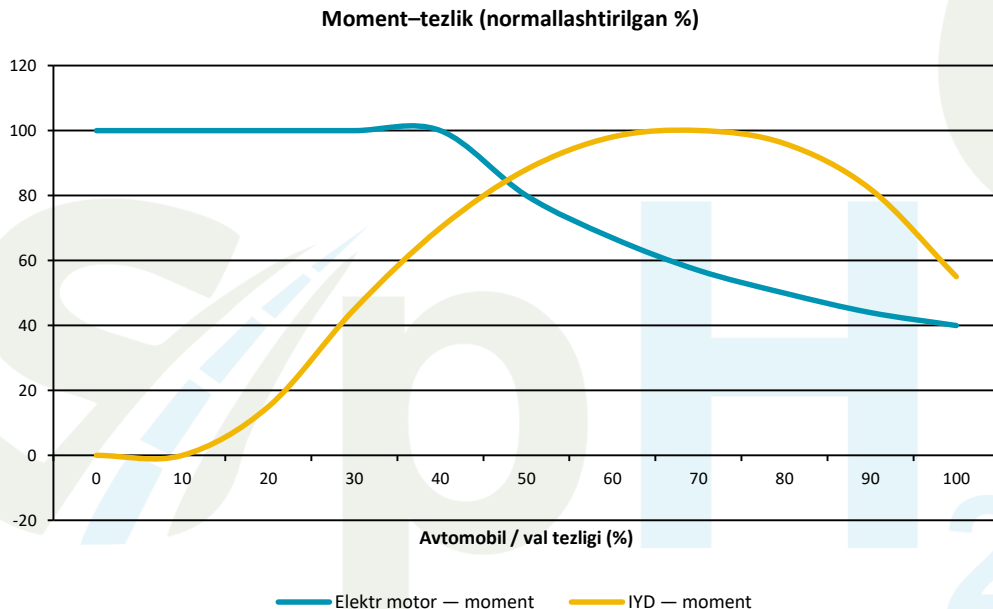
Quvvat tizimi — energiyaning manbadan g'ildirakkacha yo'li. EV/HEV da bu yo'l **ikki tomonlama** bo'lishi mumkin — rekuperativ tormozlash energiyani saqlovchiga qaytaradi.

Ularni ishlatadigan uzellar

- ▶ **Energiya saqlash** yuqori sig'imli batareya (tadqiqotda ultrakondensator / mayatnik ham)
- ▶ **Elektr yuritma** quvvat elektronikasi + kontroller; barqaror DC ni o'zgaruvchan kuchlanish va chastotaga aylantiradi
- ▶ **DC–DC konvertor** kuchlanish darajalarini bog'laydi (YuK shina ↔ 12 V), ikki tomonlama; yoqilg'i elementi interfeysi uchun muhim
- ▶ **Transmissiya va ulanish** tishli uzatma motor tezligini g'ildirak tezligiga moslaydi (yoki hub-motor, to'g'ridan-to'g'ri)
- ▶ **Bosh kontroller (VSC)** barcha ECU larni CAN shinasini orqali muvofiqlashtiruvchi "miya"

MUHANDISLIK O'ZAGI

Elektr motor va IYD tavsiflari



Nega bu muhim

- ▶ **Motor** nol tezlikdan to'liq moment — kuchli start, mufta kerak emas
- ▶ **Motor** keng diapazonda barqaror quvvat → bitta sobit uzatma (≈10–15:1) yetarli
- ▶ **Dvigatel** salt aylanishdan past momentsiz; o'z diapazonida qolish uchun ko'p pog'onali quti kerak
- ▶ **Motor** tezlanish uchun qisqa vaqt 2–3× nominal moment bera oladi
- ▶ **Motor** yuqori quvvat va moment zichligi; ~15 000 ayl/daq gacha tezlik

ARXITEKTURA

EV / HEV ning asosiy uzellari



Energiya saqlash

Batareya (Li-ion); elektr energiyani saqlaydi va beradi



Elektr mashina

Traksion motor / generator; moment beradi va qaytaradi



Quvvat elektronikasi

Invertor va yuritma; DC ↔ o'zgaruvchan AC



DC–DC konvertor

YuK shinani 12 V yuklarga bog'laydi; ikki tomonlama



IYD (HEV)

Kichraytirilgan issiqlik dvigateli; g'ildirak va/yoki generator



Transmissiya

Sobit uzatma motor tezligini g'ildirakka moslaydi



Zaryadlovchi

Batareyani tarmoqdan zaryadlaydi (BEV / PHEV)



Bosh kontroller

VSC barcha ECU larni CAN orqali muvofiqalashtiradi

ENERGIYA OQIMI

Ikki quvvat uzatish yo'li

Mexanik yo'l (MPTP) — oddiy ICEV



Energiya faqat bir tomonga oqadi.

Elektr yo'l (EPTP) — batareyali EV

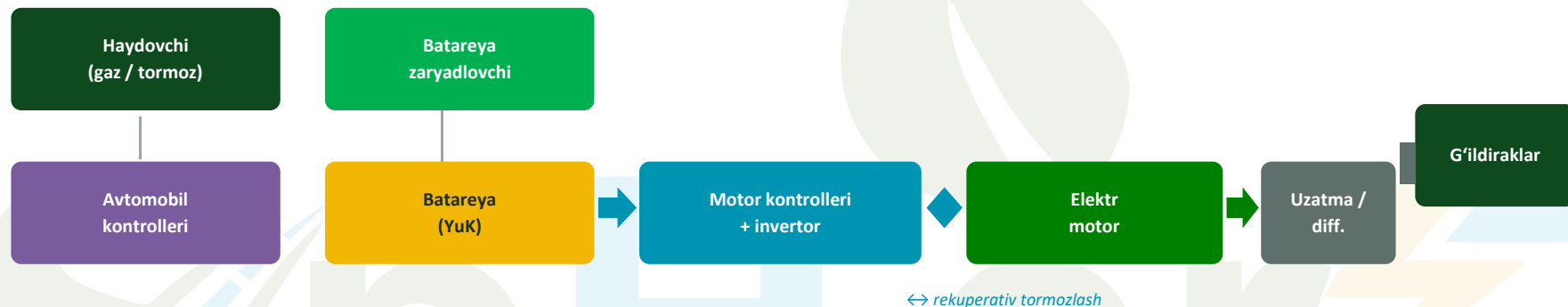


Energiya oqimi **ikkita tomonlarga** — mashina tormozlashda kinetik energiyani qaytaradi (rekuperatsiya).

HEV da **ikkala yo'l ham** mavjud. Mexanik va elektr yo'llar qanday joylashtirilgani — ketma-ket, parallel yoki birlashgan — gibrid arxitekturasini belgilaydi; bu keyingi slaydlar mavzusi.

BEV

Batareyali elektromobil: tizim arxitekturasi



Diagrammani o'qish

- ▶ **To'rt asosiy uzal** YuK batareya, motor kontrolleri/inverter, elektr motor, bir pog'onali transmissiya
- ▶ **Inverter ulanishi ikki tomonlama** harakatda motorni quvvatlaydi, rekuperatsiyada ishlab chiqarilgan tokni to'g'rilyadi
- ▶ Avtomobil kontrolleri pedal talabini o'qiydi; zaryadlovchi batareyani tarmoqdan to'ldiradi

BEV JOYLASHUVI

BEV quvvat tizimi konfiguratsiyalari

Qayta jihozlangan

Motor + batareya mavjud IYD platformasiga oʻrnatiladi; transmissiya va differensial saqlanadi. Sodda, lekin ogʻir, ish va joylashtirishda yoʻqotishlar bilan.

Maxsus ishlab chiqilgan

Kuzov va shassi BEV uchun maxsus loyihalangan. Motor soni va joylashuvida koʻproq erkinlik; yengilroq, yaxshi joylashuv, oson AWD.

Motor joylashuvi va yuritma variantlari



Tashqi, bitta motor

Motor + sobit uzatma + differensial bitta oʻqda (RWD yoki FWD)



Ikki tashqi motor

Ikki motor, differensialsiz — mustaqil gʻildirak momenti, yaxshi barqarorlik



Gʻildirak ichida (hub)

Har gʻildirakda motor — kardan/differensial yoʻq; yuqori osma osti massa

MASHINALAR

Traksion elektr mashinalar

Mashina turi	Kuchli tomonlari	E'tibor talab
DC (cho'tkali) — eski	Boshqarish oddiy	Cho'tka eyilishi; past zichlik
Asinxron (IM)	Mustahkam, magnitsiz, arzon	Yuqori tezlikda o'lcham/massa
PM sinxron (PMSM)	Yuqori samaradorlik va zichlik	Kam yer magnitlari narxi/ta'minoti
Reaktiv (SRM)	Mustahkam, arzon bo'lishi mumkin	Akustik shovqin; moment to'lqini

Traksion motor talablari

- ▶ Yuqori start momenti va moment/inersiya nisbati
- ▶ Cho'qqi $\approx$ nominalning 200–300% i
- ▶ Yuqori quvvat/massa zichligi
- ▶ Keng barqaror-quvvat tezlik diapazoni
- ▶ Harakat sikli bo'yicha yuqori samaradorlik
- ▶ O'zgaruvchan DC shina kuchlanishiga chidamlilik
- ▶ Past shovqin, past EMI, nosozlikka chidamlilik

HEV

Gibridlarni tasniflashning uch yo'li

Gibrid IYD ni bir yoki bir nechta elektr mashina bilan birlashtiradi. Gibridlarni uchta mustaqil o'q bo'yicha tasniflaymiz:

Arxitektura bo'yicha

Quvvat yo'llari qanday joylashtirilgan

Ketma-ket · Parallel · Ketma-ket-parallel
(quvvat-taqsim)

Gibridlash darajasi bo'yicha

Dvigatel qanchalik kichraytirilgan/elektrlashgan

Mikro · Yengil · To'liq

Zaryad rejimi bo'yicha

Batareya tashqaridan zaryadlanadimi

Zaryad saqllovchi (HEV) · Zaryad sarflovchi (PHEV
/ BEV)

ARXITEKTURA · KETMA-KET

Ketma-ket gibrid

Dvigatel hech qachon g'ildirakni aylantirmaydi — u faqat elektr ishlab chiqaradi. Butun tortish kuchi elektrik.



Afzalliklari

- ▶ Dvigatel yo'l tezligidan ajralib, eng samarali nuqtada ishlaydi
- ▶ Mexanik jihatdan oddiy yuritma; dvigatel-generatorni erkin joylashtirish
- ▶ "Yur-to'xta" va shahar harakat sikllari uchun qulay

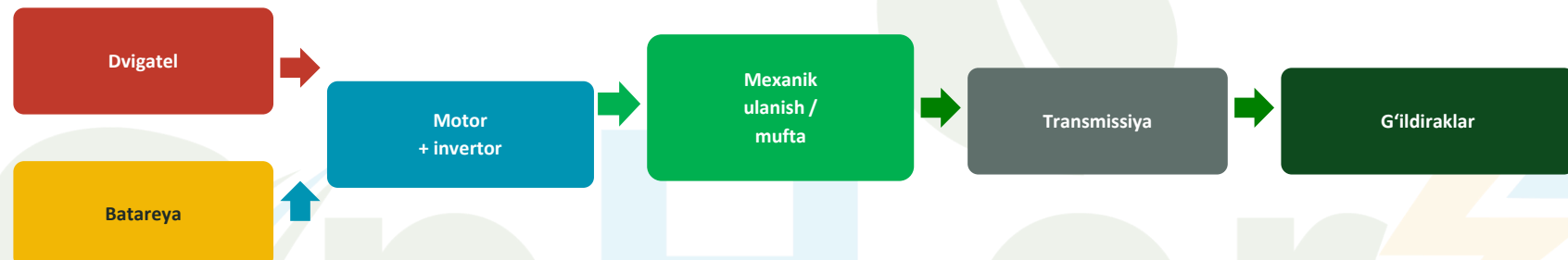
Kamchiliklari

- ▶ Uchta mashina kerak: dvigatel, generator va traksion motor
- ▶ Motor to'liq doimiy quvvatga mo'ljallanishi kerak (uzun ko'tarilishlar)
- ▶ Ikki marta o'zgartirish (mex→elek→mex) tezlikda yo'qotish qo'shadi

ARXITEKTURA • PARALLEL

Parallel gibrid

Dvigatel ham, motor ham g'ildirakni aylantira oladi; ularning momenti mexanik ulanish orqali birlashtiriladi.



Afzalliklari

- ▶ Dvigatel g'ildirakni to'g'ridan-to'g'ri yuritadi — kruizda samarali; bitta mashina
- ▶ Ketma-ketdan kichikroq motor (dvigatel yukni bo'lishadi)
- ▶ Ish unumi oddiy avtomobilga teng bo'la oladi

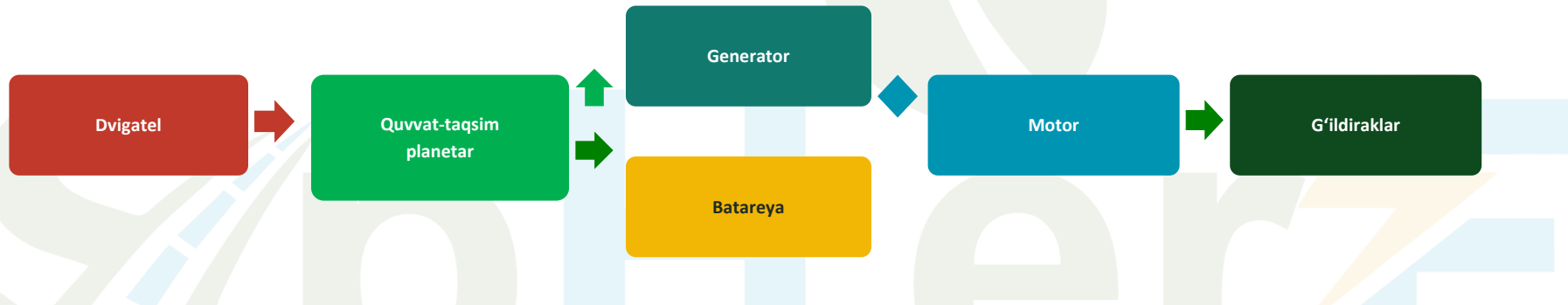
Kamchiliklari

- ▶ Dvigatel tezligi yo'l tezligiga bog'liq — optimallashtirishga erkinlik kam
- ▶ Moment birlashtirish boshqaruvi murakkabroq
- ▶ Dvigatelga hamon ko'p pog'onali transmissiya kerak

ARXITEKTURA • BIRLASHGAN

Ketma-ket-parallel (quvvat-taqsim) gibrid

Ikkalasini birlashtiradi: quvvat-taqsim qurilmasi (odatda planetar uzatma) dvigatel quvvatini qisman g'ildirakka, qisman generator–motor elektr yo'liga yo'naltiradi. Kontroller eng yaxshi nisbatni uzluksiz tanlaydi.



Nega u to'liq gibridlarda ustun

- ▶ Past tezlikda ketma-ket, kruizda parallel gibrid kabi ishlaydi — ikkalasining eng yaxshisi
- ▶ Planetar to'plam elektr-o'zgaruvchan transmissiya (e-CVT) vazifasini bajaradi: oddiy quti yo'q
- ▶ Ikki elektr mashina dvigatel nuqtasini aniq boshqaradi va quvvatni silliq birlashtiradi

GIBRIDLASH DARAJASI

Mikro · Yengil · To'liq — va 48 V

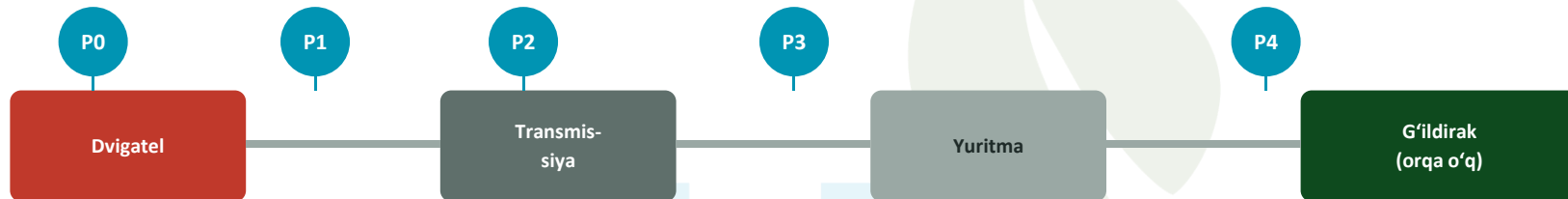
	Mikro	Yengil	To'liq
Tipik kuchlanish	12 V	48 V	200–400 V+
Start–stop	Ha	Ha	Ha
Rekuperativ tormoz	Cheklangan	Ha	Ha
Moment yordami / boost	Yo'q	Ha	Ha
Faqat elektrda yurish	Yo'q	Juda cheklangan	Ha
Dvigatelni kichraytirish	Minimal	O'rtacha	Sezilarli

48 V yengil gibridlar Yevropada park CO₂ maqsadlariga arzon yo'l sifatida ommabop.

MOTOR JOYI

P0–P4 gibrid arxitekturalari

Parallel gibridlar elektr mashina yuritmada qayerda joylashganiga qarab ham nomlanadi:



Mashina qayerda joylashgani uning imkoniyatini o'zgartiradi

- ▶ **P0** dvigatel oldidagi tasmali starter-generator — eng arzon, yengil yordam va rekuperatsiya (odatdagi 48 V)
- ▶ **P1** tirsakli valga birlashtirilgan — yordam va rekuperatsiya, lekin dvigateldan uzila olmaydi
- ▶ **P2** mufta va quti orasida — muftani ochib faqat elektrda yura oladi; to'liq gibridlar uchun ommabop
- ▶ **P3** quti chiqishida — samarali rekuperatsiya, uzatmadan mustaqil elektr yurish
- ▶ **P4** alohida o'qda — elektr to'liq uzatma (AWD) va kuchli rekuperatsiya, dvigateldan ajralgan

ZARYAD REJIMI

Zaryad saqlovchi va zaryad sarflovchi

Zaryad saqlovchi (HEV)

- ▶ Hech qachon ulanmaydi — barcha energiya pirovardida yoqilg'idan
- ▶ Kichik batareya; bortdagi dvigatel + generator zaryadni diapazonda ushlaydi
- ▶ Batareya energiyani buferlaydi: rekuperatsiyani saqlaydi, boost beradi
- ▶ Oddiy to'liq va yengil gibridlar

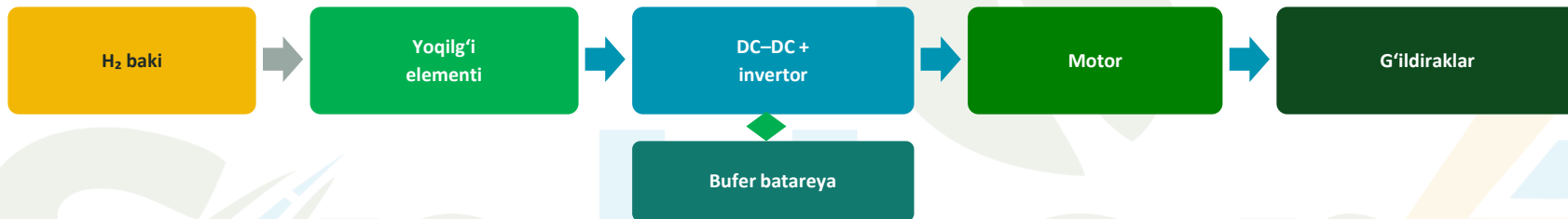
Zaryad sarflovchi (PHEV / BEV)

- ▶ Kattaroq batareya tarmoqdan zaryadlanadi
- ▶ **PHEV** ma'lum masofani faqat elektrda yuradi, keyin HEV kabi ishlaydi
- ▶ **BEV** eng chekka holat — bortda hech qanday generatsiya yo'q
- ▶ Tarmoq energiyasida yurganda mahalliy emissiya past

FCEV

Yoqilg'i elementli elektromobillar

FCEV — bortdagi asosiy energiyasi vodoroddan olinadigan EV: yoqilg'i elementi bortda motorni yuritish uchun elektr ishlab chiqaradi.



Model	Motor	Bufar batareya	Yoqilg'i sarfi (mil/gge)
Toyota Mirai	113 kVt	245 V NiMH	67
Hyundai Nexo	120 kVt	240 V Li-ion	57–61
Honda Clarity FC	130 kVt	346 V Li-ion	68

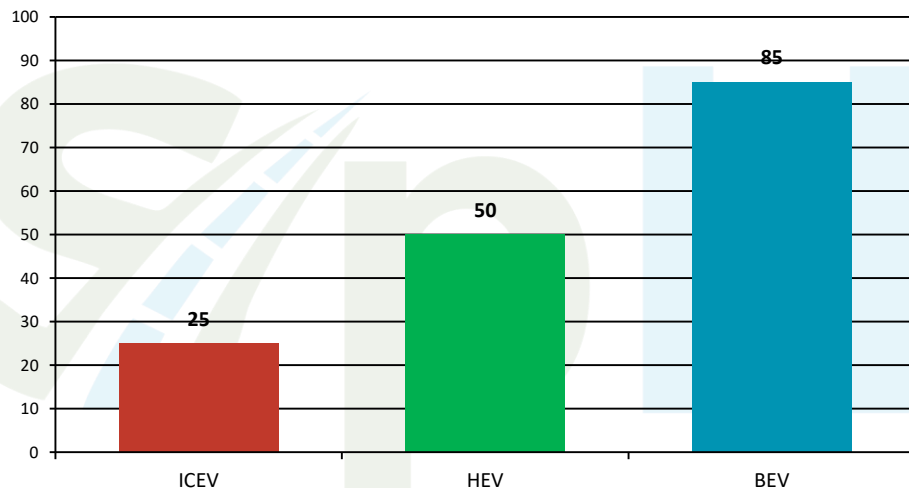
2020 model yili misollari (Husain, 2021). Kichik bufer batareya o'tkinchi rejim va rekuperatsiyani boshqaradi.

TIZIMLI QARASH

“Quduqdan g’ildirakkacha” samaradorlik

Umumiy samaradorlik = **Quduqdan-bakgacha** (yoqilg’i ishlab chiqarish va yetkazish) × **Bakdan-g’ildirakkacha** (bortda, manba → g’ildirak).

Tipik bakdan-g’ildirakkacha samaradorlik



Asosiy nozik jihat

- ▶ Bortda (TTW) elektr yuritma ancha oldinda: ~80–90% vs ICE uchun ~25%
- ▶ Lekin quduqdan-bakgacha yo’qotishlar qo’shilsa farq kamayadi — elektr ko’pincha yoqilg’idan ishlab chiqariladi
- ▶ EV, HEV va ICEV ning butun tizim WTW samaradorligi yaqin bo’lib qolishi mumkin
- ▶ PHEV natijasi uning tarmoq-yoqilg’i nisbatiga bog’liq
- ▶ **Xulosa** avtomobillarni faqat egzoz emas, butun zanjir va mahalliy energiya manbasiga ko’ra baholang

SOLISHTIRISH

EV va ICEV — muhandislik muvozanati

EV ning afzalliklari

**Samaradorlik**

75–90% yuritma samaradorligi; tormoz energiyasini qaytaradi

**Emissiya**

Egzozd nol; past WTW CO₂ (manbaga bog'liq)

**Texnik xizmat**

Kam harakatlanuvchi qism — muftasiz, ko'p pog'onali qutisiz, egzozsiz

**Boshqaruv**

Tez, aniq motor momenti barqarorlik va xavfsizlikka yordam beradi

Hozirgi cheklovlar

**Energiya zichligi**

Batareya 1 kg da suyuq yoqilg'idan ancha kam energiya saqlaydi

**Zaryad vaqti**

Yoqilg'i — daqiqa, zaryad — ~30 daq–8 soat

**Masofa**

Bir zaryadda qisqaroq; batareya bilan yaxshilanmoqda

**Narx va massa**

Batareyalar og'ir va qimmat

ENERGIYA SAQLASH

Qo'rg'oshin-kislotalidan litiy-iongacha

Qo'rg'oshin-kislotali

Birinchi EV lar (GM EV1, 1996). Arzon, lekin og'ir, past zichlik.



NiMH

Dastlabki gibridlar asosi. Mustahkam, qo'rg'oshindan yaxshi zichlik.



Litiy-ion

Bugungi EV va HEV standarti. Yuqori energiya va quvvat zichligi; ko'p kimyo.

Batareya xususiyatlari

- ▶ Ko'p element ketma-ket ulanib yuqori kuchlanishli shinani hosil qiladi (~240–400 V+)
- ▶ Ketma-ket + parallel joylashuv kuchlanish va sig'imni belgilaydi
- ▶ Batareyani boshqarish tizimi (BBT) element kuchlanishi, harorati va balansini kuzatadi
- ▶ Boshqa saqlash: ultrakondensator, mayatnik (asosan tadqiqot / bufer)

Ochiq muammolar

- ▶ Energiya zichligi hamon suyuq yoqilg'idan ancha past
- ▶ Zaryad vaqti va zaryad infratuzilmasi
- ▶ Batareya narxi, massasi va termik boshqaruv
- ▶ Xizmat muddati, holat-sog'lig'i va xavfsiz ishlov

KO'PRIK

Nega bu diagnostika uchun muhim

Elektrlashtirish ba'zi tanish nosozliklarni olib tashlaydi va butunlay yangi nosozlik sohalarini kiritadi.



YuK batareya va BBT

Element nomutanosibligi, holat-sog'lig'i, termik, izolyatsiya nosozliklari



Quvvat elektronikasi

Invertor / DC-DC kalitlash, sovutish, boshqaruv nosozliklari



Elektr mashinalar

Izolyatsiya, podshipnik, joy datchigi va faza nosozliklari



Rekuperativ tormoz

Elektr va friksion tormozni to'g'ri birlashtirish



Tarmoqli boshqaruv

VSC va ECU lar CAN orqali — dasturiy va aloqa nosozliklari



Mex-elek o'zaro ta'sir

Ikkala sohani kesib o'tuvchi nosozliklar (quvvat-taqsim uzellari)

Modulda keyin keladigan hamma narsa — xavfsizlik, asboblار, mexanik va elektr diagnostika, yuritmalar, batareyalar va ADAS — bugun ko'rgan arxitekturaga tayanadi.

YAKUN

Asosiy xulosalar

1

Har qanday avtomobil — energiya manbai → o'zgartirish → quvvat yo'li → g'ildirak; EV, HEV va ICEV faqat shu qutilarni nima to'ldirishi bilan farq qiladi.

2

Elektr mashinaning noldan moment va barqaror quvvat tavsifi EV yuritmasini mexanik jihatdan soddalashtiradi — bitta uzatma, muftasiz.

3

Gibridlar uch mustaqil o'q bo'yicha tasniflanadi: arxitektura (ketma-ket / parallel / quvvat-taqsim), daraja (mikro / yengil / to'liq) va zaryad rejimi.

4

P0–P4 mashina parallel yuritmada qayerda joylashganini bildiradi va imkoniyatini belgilaydi.

5

Avtomobillarni faqat egzoz emas, butun tizim “quduqdan g'ildirakkacha” bo'yicha solishtiring.

6

Elektrlashtirish yangi nosozlik sohaslarini ochadi — YuK batareya, quvvat elektronikasi, mashinalar, tarmoqlar — ular butun modulni belgilaydi.

MANBALAR

Adabiyotlar va qo'shimcha o'qish

Asosiy darsliklar

T. Denton

Electric and Hybrid Vehicles, 2-nashr, Taylor & Francis Group, 2020.

I. Husain

Electric and Hybrid Vehicles: Design Fundamentals, 3-nashr, CRC Press, 2021.

A. Khajepour, S. Fallah, A. Goodarzi

Electric and Hybrid Vehicles: Technologies, Modeling and Control — A Mechatronic Approach, Wiley, 2014.

Qo'shimcha adabiyotlar

- ▶ T. Shen — Diagnosis of the Powertrain Systems for Autonomous Electric Vehicles
- ▶ M. L. Quarto & N. Goodnight — Light Duty Hybrid and Electric Vehicles, Jones & Bartlett, 2022
- ▶ J. G. Hayes & G. A. Goodarzi — Electric Powertrain, Wiley, 2018

Program: ERASMUS-EDU-2023-CBHE-STRAND-2 | Project Number: 101128065

E'tiboringiz uchun rahmat!

SPHER2