



## Audi A3 e-tron szemtől szembe



DR. NAGYSZOKOLYAI IVÁN

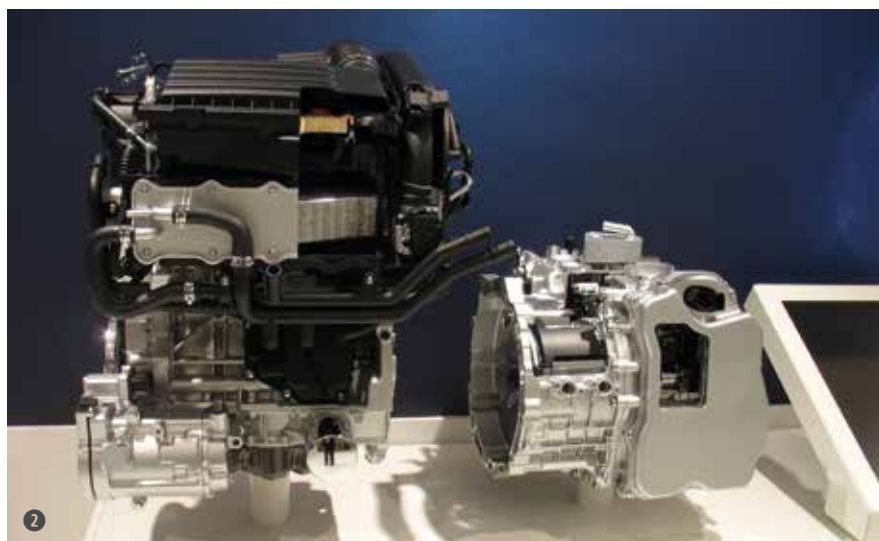
Ritka alkalom, hogy felboncolva, kitárulkozva lássunk egy autót, minden szerkezeti elemét, melyet a gyártó azért készített el így, hogy újdonságát kiállításokon a világ szeme elé tárja, a hétköznapokon pedig az oktatást szolgálja, majd modern technikáját bemutató múzeumának féltett kincse legyen. Napjaink csúcstechnikáját a hibridek képviselik, így nem csoda, hogy az autógyártók ma ezt helyezik reflektorfénybe. Az idei bécsi autósalon, a Vienna Auto-show Audi-standjának egyik látványossága, a technika szerelmeseinek mindenképpen, az Audi A3 Sportback e-tron „kitárulkozása” volt. Mennyire rendkívül összetett szerkezet egy hibrid autó, mennyi új szerkezeti eleme van, milyen új elektromos és hűtő hálózatok találhatóak rajta, így mutatkozik meg igazán. A javító szakembereken, nézve az autót – és gondolom, cikkünk képeit – átfut a gondolat, milyen szép és nehéz is a mi szakmánk... Minden napra jut tanulnivaló. Vajon mikor érzük utol a szakma kihívásait? Mire felzárkózunk, már ott is van az újabb technikai csoda.

Egy kicsit kell csak mélyebben belegondolni, hogy megértsük, miért (nagyon) más egy hibrid autó minden szerkezeti részletében, mint egyszerűen csak elemeinek összessége. Az alapképlet egyszerű: kell egy belső égésű motor (vegyünk a gyári palettából egyet), kell egy villanymotor, mely generátor is (adja a beszállító), kell egy sebességváltó és a két erőforrást össze- és szétkapcsoló tengelykapcsoló rendszer (ez is lehet házi az autógyártónál), kellene akkumulátorok és a teljesítményelektronika (ez is általában beszállítói termék), na persze az agyagról el ne feledkezzünk. Összerakjuk, és kész a hibrid! A hibrid autó üzeme rendszerüzem, ahhoz, hogy ez kifogástalan legyen, az autógyártó hangolása, sokéves kísérletsorozata és tesztelése kell. Az ördög a részletekben lakozik.

### MOTORPROBLÉMÁK HIBRID ÜZEMBEN

Nézzünk néhány, a hibrid üzem miatt jelentkező problémát! Mivel az autó üzeme közben a belső égésű motor sokszor és sokat áll, lehűl, a gyors, kis kopású újraindítás az egyik probléma, a másik az, hogy az emissziótechnikát is aktív állapotban kell tartani, hiszen ha újraindul a motor, nem szennyezheti a levegőt. Az Audi e-tron 1,4 literes TFSI-motorját (EA211) is kis mértékben meg kellett változtatni. A főtengely fekvő- és hajtórúdcsapágói, valamint a gyűrűk speciális bevonatot kaptak. A dugattyú illesztését módosították, a hengerfal plazmatechnológiával kialakított futófelületű.

A benzines oldalon – mert most ilyet tárgyalunk – is új nehézségek jelentkeztek. Üzemelő motornál a benzin-tartályban felgyülemelő benzingőzt az aktív-szén-tartályra vezetjük. **1** Ott megkötjük, majd a motor onnan elszívja és elégeti. Nincs ebből fakadó környezetszennyezés. A hibridnél azonban nem ilyen egyszerű a helyzet: ha a





motor áll, nem termeli le a benzint az aktívszénről. Az túltelítődik és a motor indulásnál a keveréket túldúsítja, illetve nem is tudja a teljes párolgó mennyiséget befogadni. A benzintartályt tehát le kell választani az aktívszenes tartályról. Természetesen a benzintank is zárt. A párolgó benzin gőze a tartályban marad, a belső tér nyomását maximálisan 0,3 bar túlnyomásig megnöveli. Ezt méri és a motorECU felügyeli is. Ha a motor újraindul, először az aktívszén-tartályról szívja le a benzingőzt, majd lassan visszaáll a rend és a tartályból ismét ide jut a benzingőz. Mi van akkor, ha megnövekedett benzintank nyomású állapotban akarunk tankolni?

A benzinbetöltő nyílás nem nyílik!

(Egyébként is csak belülről nyitható.)

Először a rendszer leépíti a nyomást a tartályban (kiereszti a szabadba a benzingőzt?), majd utána engedni nyitni a tanksapkát. Erről a műszerfalad ad szöveges információt a gépkocsi vezetőjének. (A benzinkutas ne feszegesse a betöltőnyílás fedelét...)

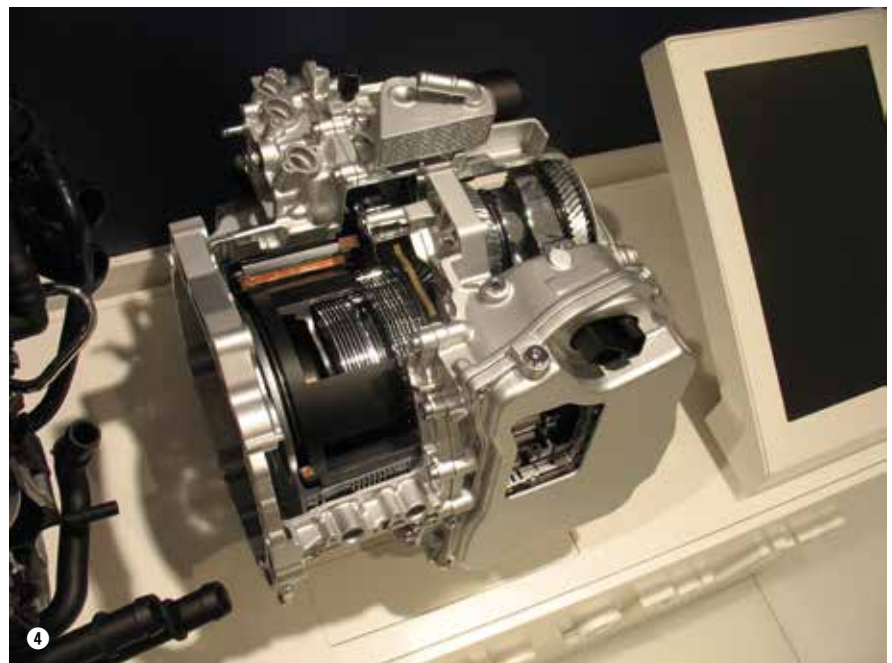
A motor mindenkor problémamentes indítási állapotát, a stand-by készenléti állapotot is fenn kell tartani. Ez is szokatlan beavatkozásokat tesz szükségesé. Ha a motor áll és hosszan megyünk elektromos hajtással, akkor néha a villanymotornak meg kell forgatnia a belső égésű motort, hogy az átolajozódjon. Ekkor zárják a motort a villanymotorttal összekapcsoló tengelykapcsolók, hogy rövid ideig megforgassák az Otto-motort. Villanymotor hatású üzemiállapotban, ha be kell indítani a benzinmotort, az indítást a villanymotor végzi, de a beindulás után szétkapcsol. A motort üresjáratban olyan fordulatszámra állítják be, mely a villanymotorttal való összekapcsoláskor rángatásmentes, sima kapcsolást eredményez.

## A VILLAMOS GÉP ÉS A SEBESSÉGVÁLTÓ

Az Audi A3 e-tron full-hibrid, trakciós villanymotorja, mely generátor üzemi-

### A BELSŐ ÉGÉSŰ MOTOR ÉS A VILLANYMOTOR ADATAI:

MOTORTÍPUS	OTTO-MOTOR, MOTORKÓD CUKB
hengerelrendezés	soros, 4 henger
lökettérfogat	1395 cm <sup>3</sup>
keverékképzés	közvetlen benzinbefecskendezés
maximális teljesítmény	110 kW/5000–6000 min <sup>-1</sup>
maximális forgatónyomaték	250 Nm/1600–3500 min <sup>-1</sup>
a villanymotor teljesítménye	75 kW/2000–2300 min <sup>-1</sup>
a villanymotor forgatónyomatéka	330 Nm 2200 min <sup>-1</sup> -ig
maximális együttes teljesítmény	150 kW
maximális együttes forgatónyomaték	350 Nm
NEDC tüzelőanyag-fogyasztás	1,5 liter/100 km
NEDC elektromos energia fogyasztás	14,3 kWh/100 km
NEDC CO <sub>2</sub> -kibocsátás	35 g/km
kipufogógáz-norma	Euro 6
motorECU	Bosch MED 17.1.21



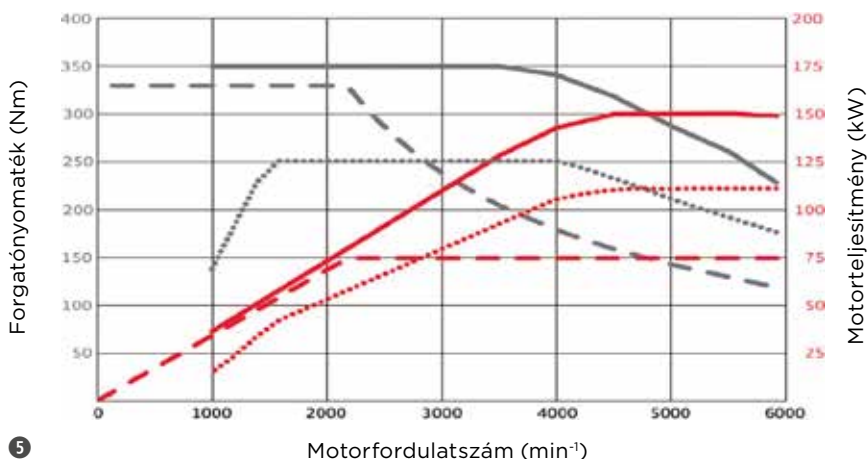
ben is működik, a belső égésű motor és a 6 sebességes, kéttengelykapcsolós váltó között helyezkedik el ❷.

A belső égésű motor, a villanymotor/generátor (hibridmodul) és az S tronic (DSG) váltó szerkezeti egységét több-lemezes, nedves tengelykapcsolóival együtt rajzokon, fényképeken mutatjuk be. A villanymotor állandó mágnesű (forgórészű), kefe nélküli szinkronmotor ❸. Az S tronic váltónak – működési elvének megfelelően – 2 nedves leme-

zes tengelykapcsolója van, a harmadik, szintén nedves lemezes tengelykapcsoló a belső égésű motort választja szét a villanymotortól ❹.

#### A villanymotor funkciói:

- indítja a belső égésű motort,
- a belső égésű motor időnkénti felolajozásához forgatja a belső égésű motort,
- egyedül hajtja az autót,
- a belső égésű motorral együtt hajtja az autót,



- generátorüzemben fékezi az autót és tölti a nagyfeszültségű akkumulátort,
- a belső égésű motorral hajtott generátorüzemben tölti a nagyfeszültségű akkumulátort.

A motorok teljesítmény- és forgatónyomaték-karakterisztikáit a diagram 5 mutatja.

### A NAGYFESZÜLTSGŰ AKKUMULÁTOR

A nagyfeszültségű akkumulátor lítium-ion akkumulátor. Az akkumulátoregység műszaki adatai:

névleges feszültség	352 V
üzemi feszültség	280...390 V között
cellafeszültség	3,7 V
modulszám	8
cellaszám egy modulban	12
cellaszám	96
akkukapacitás	25 Ah
töltöttségszabályozás	25% és 85% között tartott
üzemi hőmérséklet	-28...+60 °C
akkuenergia	8,8 kWh
kivehető energia	7,0 kWh
teljesítmény	max. 90 kW
tömeg	120 kg

Fényképeinken az akkumulátorcsoomag részletei tárulnak fel 6, 7. Az akkumulátoregység légmentesen zárt (alumínium alsó tálca és műanyag borítás). Minden 2 modult hűtőtest vesz körül, a hűtés a légkondicionáló hűtőkörébe kötött. Az akkumulátoregységnek külön irányítóegysége van, mely a rendszer- és cellafeszültséget méri, kiértékeli, az egység hőmérsékletét méri, és vezérli a hűtést. Az autó ütközésekor pedig parancsot ad az autó hálózatáról a nagyfeszültség lekapcsolására. A kapcsolószekrény külön egységet képez. Az akkufelügyelet a cellákat egyenként méri, megállapítja feszültségüket és hőmérsékletüket. Cellatúlfeszültség esetén terhelő-ellenállást köt be, hogy a feszültséget kiegyenlítse.







8

Itt említjük meg, hogy a demonstrációs modellen a nagyfeszültségű sárga vezeték nem az eredeti elektromos kábelek. A látványt szolgáló fénykábelek, melynek ablakaiban képletesen áthatóvá tették az elektronok áramlását. Ez a 12. képen látható jól. Sajnos több nagyfeszültségű kábelt nem helyeztek be.

## TELJESÍTMÉNYELEKTRONIKA

A villamos hajtás teljesítmény- és vezérlőelektronika komplex egysége a motortérben van **8**, **9**. Tartalmazza az irányítóegységet, áram-módváltót (DC/AC, illetve AC/DC inverter), a feszültségátalakítót (DC/DC), a biztosítókat, csatlakozókat. A DC/AC inverter az egyenfeszültségből 3-fázisú váltakozó feszültséget állít elő impulzus szélesség modulációval, a frekvencia módosításával a motorfordulatszám állítható, az egyes impulzusok bekapcsolási idejével a motornyomaték befolyásolható. A DC/DC feszültségváltó a névleges 352 V egyenfeszültséget 12 V egyenfeszültségre alakítja át. Nincs galvanikus kapcsolat a nagyfeszültség és a 12 V-os rész között. Nagyfeszültségű (sárga színű)



9

vezetékei közül a 3-as kábelcsoport a villanymotorhoz, a 2-es kábelcsoport a nagyfeszültségű akkumulátorhoz, egy vékonyabb kábel a töltőegységhez vezet. Az egység hűtött, az ún. kis hőmérsékletű körbe van bekötve. Az irányítóegységnek szüksége van a villanymotor helyzetét és fordulatszámát azonosító jelre, valamint a villanymotor hőmérsékletjelére. A villamos

rendszer irányítóegysége és a belső égésű motor irányítóegysége CAN-hálózaton keresztül kapcsolatban van. A hűtőközeg-szivattyúkat hűtési igény szerint a motorECU vezérli.

## TÖLTŐEGYSÉG

A nagyfeszültségű akkumulátor töltője **10** a töltőcsatlakozóból érkező hálózati



10

váltakozó feszültséget egyenfeszültséggé, egyenárammá alakítja. Hálózati töltőfeszültség AC 100–240 volt, a töltő kimenőfeszültsége DC 220–450 volt, maximális áramfelvétel 14 A. A hálózati feszültség nincs galvanikus kapcsolatban az autó nagyfeszültségű áramkörével. A töltőegység információt kap a nagyfeszültségű akkumulátor pillanatnyi kapacitásáról és a töltőcsatlakozó hőmérsékletéről.

A töltőegység csatlakozásai:

- nagyfeszültségű akkumulátor töltővezeték,
- 12 V kimenet a töltőcsatlakozóhoz, a gépkocsi és a töltőcsatlakozó közötti kommunikációhoz,
- nagyfeszültségű fűtőelemek tápfeszültsége,
- klímakompresszor tápfeszültség,
- kapcsolat a teljesítményelektronikával,
- hűtés.

### KLÍMAKOMPRESSZOR

A klímakompresszor elektromos hajtású spirálkompresszor 11. Feszültsége azonos a nagyfeszültségű akkumulátor feszültségével (névleges érték 352 V), fordulatszáma 800–8600 min<sup>-1</sup>, teljesítménye 3,6 kW. Saját irányítóegysége a kompresszora szerelt. A kompresszornak 12 V-os tápfeszültség is szükséges.

### ELEKTROMOS FŰTŐELEM (PTC)

Elektromos gépjárműhajtásnál az utastér fűtését a hűtőközeg elektromos fűtésével lehet megoldani. A PTC fűtőegység 12 közvetlenül a nagyfeszültségű akkumulátorra kapcsolt, feszültsége 352 V; 3 fokozatban, PWM-jellel szabályozott. Vezérlője az egységen található, működéséhez 12 V-os fedélzeti feszültség szükséges. Közvetlen informális (LIN-hálózati) kapcsolatban van a légkondicionálásal, a Climatronic-kal.



Az Audi A3 Sportback e-tron vázlatos és messze nem teljes körű szerkezetbemutatása ezzel most véget ért. Nem teljes azért, mert például az elektromechanikus fékszervóról, a meglehetősen összetett hűtőrendszeréről, a töltés rendszeréről és a fedélzeti informatikáról egyáltalán nem szóltunk. Úgy gondoljuk, itt is igaz: fokozatosan kell felkészülni – a márkaszervizek-

nek rohamléptekben –, mert jobb ma még félni, mint majd, ha szemtől szembe találkozunk vele, megijedni és nekikeseredni, esetleg megcsapatni magunkat pár száz voltal és akár halált okozó nagy árammal, vagy a rendszerben kárt okozni. ■