

Ilja Semjonov

**AUTO MOOTORI JA
JÕUÜLEKANDE JUHTIMINE
SÕIDUAUTO LEXUS BAASIL**

LÕPUTÖÖ

Transporditeaduskond

Autotehnika eriala

Tallinn 2014

SISUKORD

SISUKORD	2
SISSEJUHATUS.....	4
1. LEXUS GS300 MOOTORI JA AUTOMAATKÄIGUKASTI JUHTIMISSÜSTEEMI KIRJELDUS.....	6
1.1. Mõisted mootori juhtsüsteemid.....	6
1.2. Andurite nimekiri ja süsteemid, mis kasutavad neid	10
Tabel 1	10
1.3. Tähtsamad juhtimissüsteemid	12
1.3.1. D-4 EFI (Elektrooniline kütuse sissepritsesüsteem).....	12
1.3.2. Õhu-Kütuse suhte juhtimine	13
1.3.3. ESA (Elektrooniline süütesüsteem).....	13
1.3.4. Süütesüsteem	15
1.3.5. EDU (Elektrooniline käivitus seade).....	16
1.3.6. ETCS-i (Elektrooniline drosselklapi juhtimise süsteem)	18
1.3.7. Õhumassilugeja ja sisselaske õhu temperatuuri andur	20
1.3.8. Akseleraator pedaali asendiandur	21
1.3.9. Drosselklapi asendiandur.....	23
1.3.10. Automaatkäigukasti A960E juhtimine	24
2. LEXUS MOOTORI JA AUTOMAATKÄIGUKASTI ÕPPESTEND.....	26
2.1. Rikete box	27
2.2. Vigade genereerimine ja selle tagajärjed	28
2.2.1. Elektroonilise kütuse sissepritsesüsteemi (EFI) mõjutamine	28
2.2.2. Automaatkäigukasti juhtimissüsteemi (ECT) mõjutamine.....	29

2.2.3. Elektroonilise süütesüsteemi(ESA) mõjutamine	29
2.2.4. Elektrooniline drosseli juhtimissüsteemi(ETCS-i) mõjutamine.....	29
2.3. Õppuri töö ja konkreetsed ülesanded	30
3. SÕIDUAUTODE MOOTORITE JA JÕUÜLEKANDE TESTIMINE	35
KOKKUVÕTE.....	36
SUMMARY	37
VIIDATUD ALLIKATE NIMEKIRI	39
LISAD	41
Lisa 1. Õppestendi juhtimispaneeli joonis	41
Lisa 2. Laboratoorse töö näidisjuhend	42

SISSEJUHATUS

Tänapäeval areneb sõiduautode tehnoloogia väga kiiresti ja nende ülesehitus läheb aina keerulisemaks. Kuna sõiduautode nõudlus on kasvanud, siis autotootjad on sunnitud looma kõrgtehnoloogilisi sõidukeid, et saavutada suure jõudluse juures väikest kütusekulu ja pikaajalist vastupidavust. Tänu sellele kasvab ka nõudlus väga hea haridusega tehnikute järele, kuna sõiduautode eksploatatsiooni käigus esineb erinevaid rikkeid seotud elektroonikaga. Eestis on olukord selline, et kõrgtehnoloogiliste sõidukite järele on nõudlus suur, kuid on üksikud samaväärsed õppevahendid, millega saab harida tehnikuid. Selle tagajärjel tuli otsus luua õppestend sõiduauto Lexus baasil, kus on kasutusel tipp tehnoloogia lahendused.

Minu eesmärgiks oli konstrueerida õppestendi juhtimine ja välja töötada keskkond, mis on mõeldud eelkõige mootori ja automaatkäigukasti diagnostika ja elektrooniliste rikete defekteerimise õpetamiseks, kus on võimalik jälgida erinevaid parameetreid ning andurite ja täiturite tööd ning samaaegselt simuleerida sõiduauto mootori ja automaatkäigukasti elektroonilise juhtimissüsteemi esinevaid kaabelduse ja andurite rikkeid.

Keskkond peab andma võimaluse jälgida reaalaajas ja reaalses tingimustes, kuidas käituvad mootori ja automaatkäigukasti juhtsüsteemid ning kuidas muutub nende töö. Tõeliste tingimuste loomiseks on otsustatud kasutusele võtta veoauto hüdropidur, mis tagab koormuse kogu jõuallika võimsuse ulatuses. Andurite ja kaabelduse rikete simuleerimiseks tuleb konstrueerida ning tähtsamate juhtsüsteemide kaabeldusele vahele lülitada rikete boks, kus on paigaldatud mitmed potentsiomeetrid, et vajadusel muuta samaaegselt erinevaid parameetreid.

Et koostada erinevaid diagnostika ülesandeid on vaja kõigepealt täpselt läbi töötada Lexus tehase andmebaas, et selgitada välja, kuidas toimub mootori ja automaatkäigukasti juhtimine, millised on komponendid ja milline on tööpõhimõte. Tähtis on aru saada, kuidas erinevad elektroonika riked mõjutavad juhtimissüsteemide tööd, missugused parameetrid muutuvad, kuidas see kajastub mootori ja automaatkäigukasti töös ja millised on rikete sümptomid. Seejärel tuli töötada läbi tehase juhendmaterjalid, et teha selgeks kuidas peab diagnoosima erinevaid elektroonilisi rikkeid.

Alles siis, kui kogu juhtimissüsteem oli läbitöötatud, sai asuda õppestendi juhtimise konstrueerimise juurde.

1. LEXUS GS300 MOOTORI JA AUTOMAATKÄIGUKASTI JUHTIMISSÜSTEEMI KIRJELDUS

Mootor ECU juhib väga täpselt järgmisi süsteeme: Elektrooniline kütuse sissepritsesüsteem (EFI), Elektrooniline süütesüsteem (ESA), Elektrooniline drosseli juhtimissüsteem (ETC-i) ja Tark muutuva klapiajastuse süsteem (Dual VVT-i). Tulemusena saavutatakse suur jõudlus, suur võimsus, kütusesääst ja vähem heitgaase.

Kasutusele on võetud AD-4 Otse sissepritse süsteem. Mootori ECU kesk kontroll saavutab optimaalse põlemis seisundi, mis sobib antud sõiduomadustele, et realiseerida kütusesääst ja suure võimsuse praktilises ulatuses.

CAN (Controller Area Network) side kasutatakse, et vahetada andmeid teiste juhtarvutitega.

Sisselaske kollektoris asuva elektrooniliselt juhitava keerise kontroll klapp (Swirl Control Valve) stabiliseerib põlemist, kui jahutusvedeliku temperatuur on madal ja elektrooniline ACIS (Acoustic Control Introduction System) genereerib suuremat jõudlust praktilise kiiruse ulatuses.

Diagnoosi ja veaohu funktsiooni tingimusteks on tagada hoolduskõlblikus ja ohutus. [1]

1.1.Mõisted mootori juhtsüsteemid

EFI (Elektrooniline kütuse sissepritsesüsteem):

L-tüüpi EFI süsteem, mis otse tuvastab sisselaske õhumassi, kuuma traadi tüüpi õhukulu lugejaga.

ESA (Elektrooniline süütesüsteem):

L-tüüpi EFI süsteem, mis otse tuvastab sisselaske õhu massi, kuuma traadi tüüpi õhukulu lugejaga. Süüte ajastus on määratud mootori ECU poolt põhinedes erinevate andurite signaalidele. Korrigeerib süüte ajastust detonatsiooni tekkimisel.

Detonatsiooni kontroll süsteem (KCS):

Kasutab kahte detonatsiooni andurit, et tuvastada detonatsiooni. Kahte andurit kasutatakse, sest V-kujuline mootor jaotub kaheks pooleks, parem ja vasak pool.

Detonatsioon tekib, kui põlemise käigus tõuseb rõhk ja temperatuur ka põlemiskambri selles osas, kuhu leek ei ole veel levinud. Seetõttu kulgevad kõikjal põlemiseelsed reaktsioonid. Suurte rõhkude korral muutuvad sellised reaktsioonid põlemiskambri mõnes osas nii kiireks, et ilmuvad süttimiskolded, millest levivadki kütuse põlemiseks ette valmistatud osas detonatsioonilained. Põlemiskambri seintelt peegeldunud detonatsioonilaine võib tekitada omakorda uue detonatsioonikolde.

Detoneerivast mootorist kostab metalset kloppimist, võimsus langeb ja summutist väljub musta suitsu. Mittetäieliku kütuse põlemise tõttu suureneb kütusekuu.

Detonatsiooni peamine oht seisneb järskudes rõhu ja temperatuuri tõusudes. Kestva detonatsiooni tagajärjel põlevad läbi kolvid ja süüteküünalde elektroodid, rikneb plokikaanetihend, halvemal juhul laguneb kepsulaager ja deformeeruvad

väntmehhanismi detailid. [2]

ETCS-i (Elektrooniline drosseli juhtimissüsteem):

Baseerub signaalidel, mis on genereeritud andurite poolt, see süsteem teeb parandusi drosselklapi asendile, mis on välja arvutatud kooskõlas mootori parameetritega, selleks et saavutada sobiv drosselklapi positsioon. Sõiduki stabiilsuskontroll (VSC): juhib drosselklapi positsiooni, kui VSC töötab. Maksimaalse kiiruse kontroll: kui sõiduk saavutab 240/kmh, siis suletakse drosselklapp, et takistada sõiduki kiiruse suurenemist.

Tühikäigu kiiruse kontroll (ISC):

Juhib tühikäigu pöördeid kooskõlas jahutusvedeliku temperatuuriga ja tühikäigukiirust, kui mootor on saavutanud töötemperatuuri. ISC juhib tühikäiku reguleerides sissepritse kütuse kogust ja drosselklapi positsiooni juhtimisel.

Dual VVT-i juhtimine (Tark muutuva klapiajastuse süsteem):

Juhib optimaalset sisselaske ja väljalaske klappide ajastust kooskõlas mootori parameetritega.

SCV (Pöörise juhtklapp) juhtimine:

Juhib optimaalset õhu kogust põlemiskambris, sulgedes ühe sõltumatu sisselaskekanali kooskõlas jahutusvedeliku temperatuuriga ja mootori parameetritega, selleks et stabiliseerida põlemist ja täiustada jõudlust.

ACIS (Akustilise kontrolli induktriooni süsteem):

Muudab sisselaskekollektori pikkust, et sobitada parameetrid mootori konditsioonile.

Kütusepumba juhtimine (kõrgsurve pool):

Juhib tagasivoolu survet kõrgsurvepumbas, kooskõlas mootori parameetritega.

Kütusepumba juhtimine (etteandepump, madalsurve pool)

Lülitab kütusepumpa ON/OFF asendisse, kooskõlas starteri signaali ja mootori kiiruse signaaliga. Lõpetab pumba tegevuse kooskõlas turvapatjade ECU signaalidega.

Generaatori laadimise juhtimine:

Juhib laadimispinget kooskõlas sõidutingimustega, seega vähendab laadimiskoormust ja soodustab kütusesäästu.

Käivitamise juhtimine:

Pärast, kui starter käivitub, süsteem jätkab voolu andmist starterile, kuni mootor korralikult käivitub, seega takistab viga tekkimist, kui juht juhuslikult vajutab nupule OFF enne mootori käivitumist.

Õhu-Kütuse suhte anduri soojendus:

Lülitab õhu-kütuse suhte anduri soojenduse ON/OFF asendisse kooskõlas jahutusvedeliku temperatuuriga ja sõidutingimustega.

Soojendusega hapniku andur:

Säilitab hapniku anduri temperatuuri sobival tasemel, et suurendada anduri täpsust tuvastada hapniku kontsentratsiooni hetgaasides.

Kütuseaurude emissiooni juhtimine:

Mootori ECU juhib kütuseaurude voolu emissiooni (HC) sõe kanistrisse, kooskõlas mootri parameetritega.

Konditsioneeride Cut-Off juhtimine:

Konditsioneeride kompressori juhtimine ON või OFF asendisse kooskõlas mootori parameetritega, säilitades juhitavust.

Mootori käivitustõke

Tõkestab kütusetrassi ja süüdet, kui sõidukit käivitatakse vale võtmega. [3]

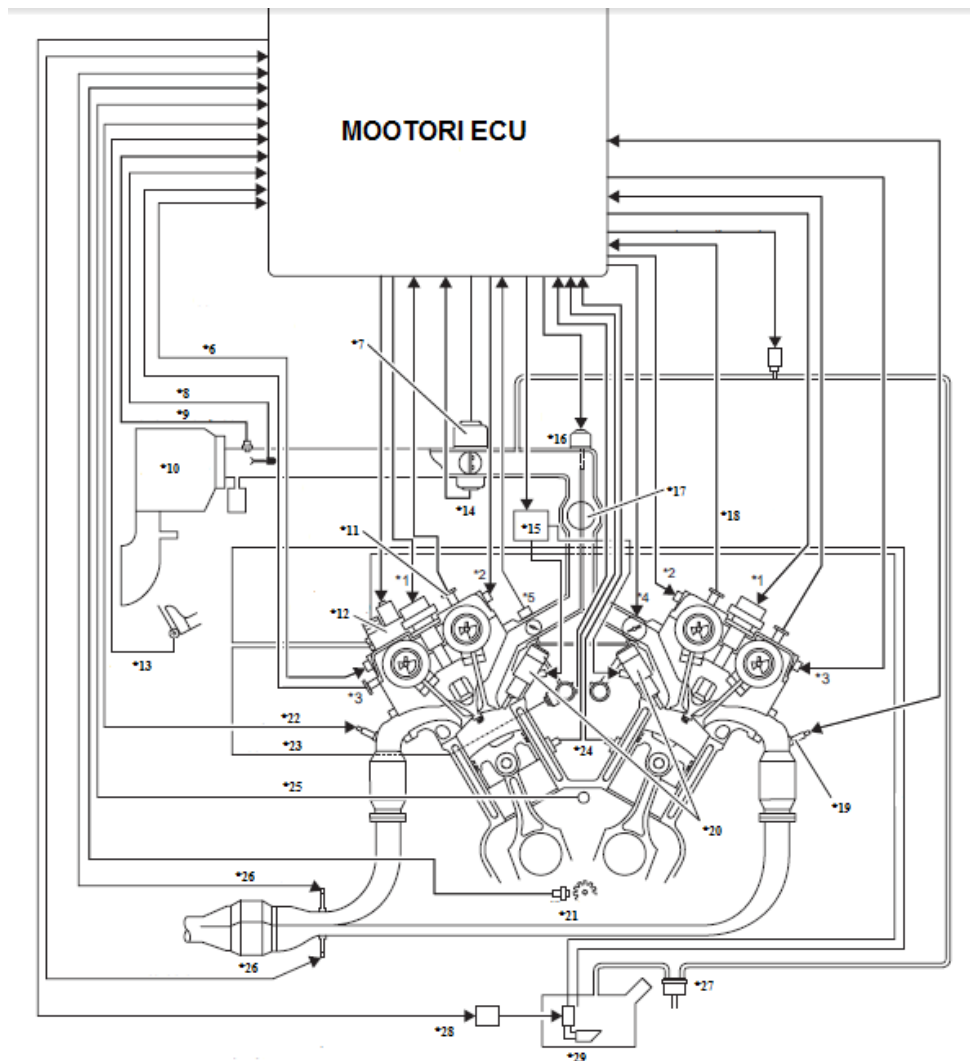
1.2. Andurite nimekiri ja süsteemid, mis kasutavad neid

Tabel 1

Andurite nimekiri ja süsteemid, mis kasutavad neid

NIMI	FUNKTSIOON	EFI	ESA	ISC	VVT-i
Õhukululugeja	Tuvastab sisselaske õhukoguse	*	*	*	*
Sisselaske õhu temperatuuri andur	Tuvastab sisselaske õhu temperatuuri	*	*	*	*
Nukkvõlli asendi andur	Identifitseerib silindri ja tuvastab tegeliku nukkvõlli asendit	*	*	*	*
Väntvõlli asendi andur	Tuvastab väntvõlli asendi	*	*	*	*
Aktseleraatori pedaali asendi andur	Kuvab juhtarvutile juhi sõidusoovi	*	*	*	*
Drosselklapi asendi andur	Edastab juhtarvutile klapi tegelikku asendit	*	*	*	*
Elektrooniline keerise klapi asendiandur	Tuvastab elektroonilise keerise klapi asendit				
Jahutusvedeliku temp. andur	Tuvastab jahutusvedeliku temp. (F)	*	*	*	*
Kütuse rõhu andur	Paigaldatud kütuse trassi torule, et tuvastada kütuse rõhku.	*			
Õhu-Kütuse suhte andur	Tuvastab Õhu-Kütuse suhet heitgaasides	*			
Kuuma hapniku andur	Tuvastab hapniku kontsentratsiooni heitgaasides	*			
Elektrisütitik	Saadab süüte kontroll signaali		*		
Starteri signaal	Saadab starteri voolu signaalina, kui mootor käivitus	*	*	*	*
Neutrali lüliti	Tuvastab, kas automaat käigukast on asendis P, N või D	*	*	*	*
Detonatsiooni andur	Tuvastab mootori detonatsiooni läbi piezoelektrilise elemendi resonantsi		*		
Sõiduki kiiruse andur	Tuvastab sõiduki kiirust	*	*	*	*

[4]



Sele 1. Mootori juhtimissüsteemi skeem [5]

*1 süütepool (sütikuga); *2 sisselaske nukkvõlli ajastuse õli juhtklapp; *3 väljalaske nukkvõlli ajastuse õli juhtklapp; *4 keerise juhtklapi mootor; *5 keerise klapi asendiandur; *6 nukkvõlli asendiandur (väljalase); *7: drosselklapi mootor; *8: õhukululugeja; *9: sisselaske õhu temp. andur; *10 õhufilter; *11, *18 nukkvõlli asendiandur (sisselase); *12 Kütuse pump (kõrgsurve); *13 akseleraator pedaali asendiandur; *14 drosselklapi asendiandur; *15 EDU (Elektrooniline Driver üksus); *16 ACIS pöördesolenoid; *17 sisselase õhu juhtklapp; *19, *22 õhu-kütuse suhte nadur; *20 pihusti; *21 väntvõlli sageduse andur; *23 kütuse surve andur; *24 detonatsiooni andur; *25 jahutusvedeliku temp. andur; *26 kuuma hapniku andur; *27 söekanister; *28 kütuse pumba resistor; *29 kütuse etteandepump

1.3. Tähtsamad juhtimissüsteemid

1.3.1. D-4 EFI (Elektrooniline kütuse sissepritsesüsteem)

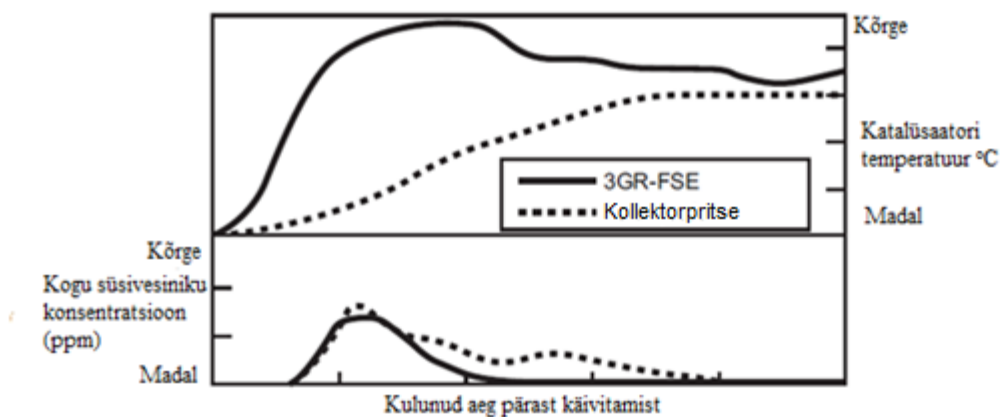
D-4 (Otsepritse neljataktiline bensiinimootor) koosneb kõrgsurve kütuse pihustist, mis on paigaldatud otse põlemiskambrisse, selleks et juhtida optimaalselt kütuse pritse ajastust kooskõlas sõidutingimustega.

Kasutab õhukululugejat, et tuvastada õhu kogust, et juhtida sissepritse kogust.

Baseerudes erinevate andurite signaalidest, mootori ECU juhib sissepritse kogust ja ajastust, et sobitada mootori kiirust ja koormust, selleks et saavutada optimaalne põlemis seisundi.

Erinevalt tavapärasest bensiinimootorist, kütuse pritsesüsteem samaaegselt juhib pritse ajastust ja kütuse kogust.

Katalüsaatori soojenemise soodustamiseks, külma mootori ajal, süsteem mõjutab kütusesegu muutmiselega põlemist.

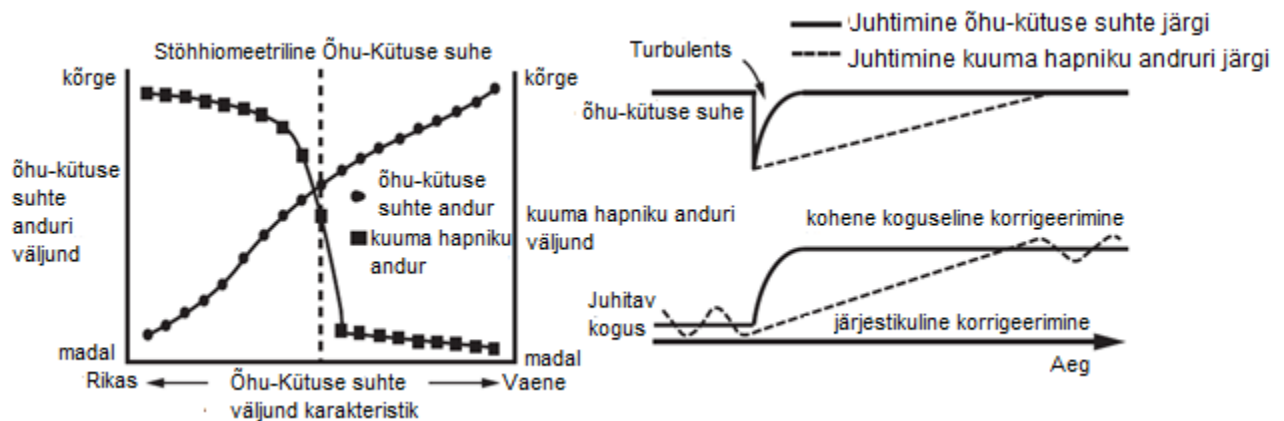


Sele 2. Süsivesiniku kontsentratsiooni vähendamine külma mootoriga, survetakti ajal [6]

Põlemise ühtlustamiseks pritsitakse kütust sisselaske takti alguses, selleks, et tekkiks palju stabiilsem õhu-kütuse segu. Kütuse pritsuga jahutatakse põlemiskambrit ja tagatakse kokkusurutud õhu jahutamise, sellega tõstetakse mootori tõhusust, et toota rohkem jõudlust.

1.3.2. Õhu-Kütuse suhte juhtimine

Süsteem määrab pritsitava kütuse koguse baseerudes mootori kiirusele ja sisseimetava õhukogusele. Kui mootor käib, õhu- kütuse suhet pidevalt muudetakse, baseerudes õhu-kütuse suhte anduri signaalile.



Sele 3. Õhu-kütuse suhte joonis [7]

Kütusepumba juhtimine (kõrgrõhu pool)

Süsteem reguleerib kütuse survet 40 ja 130 bar-i vahel, selleks et sobitada sõiduomadustega ja vähendada hõõrdumiskadusid. Kütuse etteande torul asub solenoid, mis laseb kütusel minna kõrgrõhu poolele, kütuse rõhk ei tohi olla alla 40 bar-i.

1.3.3. ESA (Elektrooniline süütesüsteem)

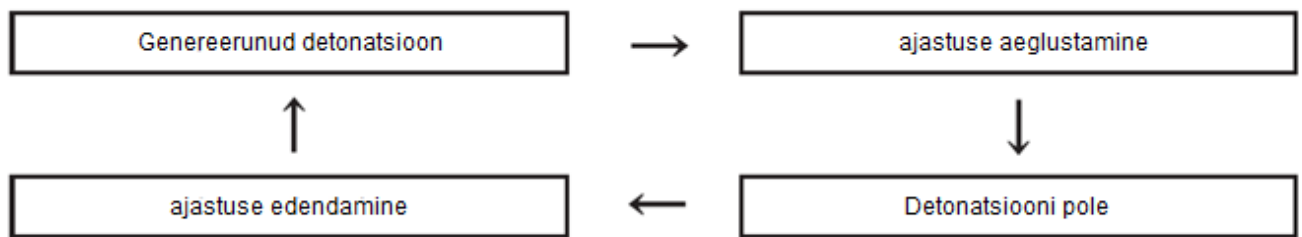
See süsteem tagab optimaalse süüte ajastuse kooskõlas andurite signaalidega ja saadab signaali elektrisütikule. Tavaline eelsüütenurk on 5° ja 49° vahel.

Mootori käivitamise ajal eelsüütenurk on 5° , aga kui drosselklapp on OFF asendis ja kasutusel on lühem teekond, siis ajastus on 10° .

Optimaalne eelsüüteaajastus on kirjutatud arvuti kaardile, kus on ette antud erinevad parameetrid, kooskõlas andurite signaalidega muudetakse nurka.

Detonatsiooni juhtimiskontrollisüsteem

Kui mootori ECU tuvastab detonatsiooni, siis süsteem korrigeerib süüteajastust nii, et olenevalt detonatsiooni ulatusest, muudetakse eelsüütenurk ettemääratud kraadide võrra. Kui detonatsioon kaob, siis mootor muudab nurka tagasi ettemääratud kraadide võrra ja kui detonatsioon tekib uuesti, siis muudetakse nurka jälle.



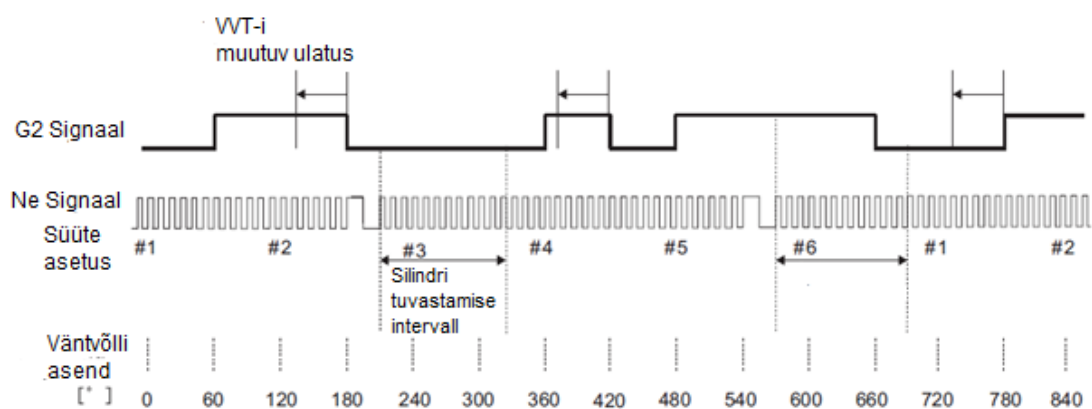
Sele 4. Detonatsiooni kontrolli tagasiside [8]

Maksimaalne ja minimaalne ajastuse karakteristik

Maksimaalne lubatud nurk ulatub 49° ja minimaalne -20° .

Süütenurkade arvutamine:

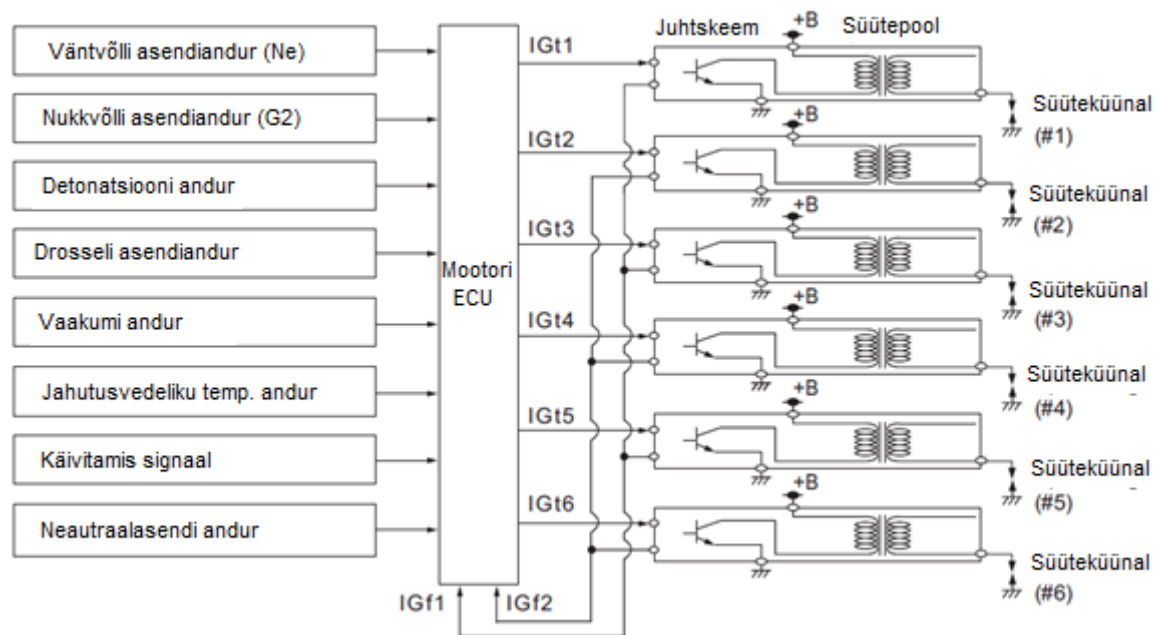
Baseerudes Ne ja G2 signaalidele, õhukululugeja, akseleraator pedaali asend, jahutusvedeliku temp., mootori ECU arvutab optimaalse süütenurga, et sobitada sõidutingimustega. Siis mootori ECU saadab süüte signaali süütepoolidele, kus on sisseehitatud elektrisütk.



Sele 5. Süüteajastuse kalkulatsiooni skeem [9]

1.3.4. Süütesüsteem

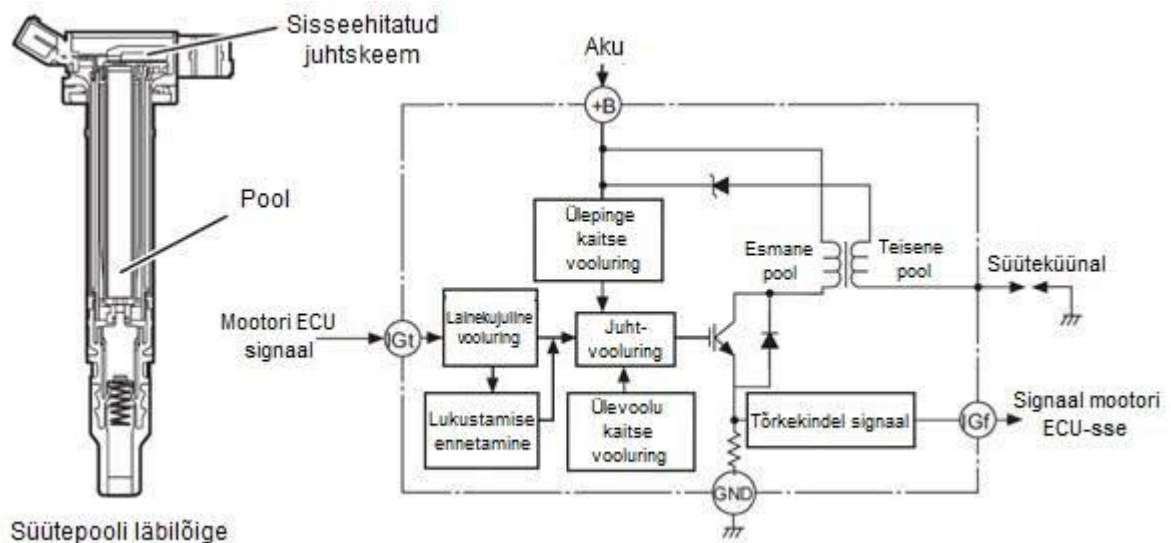
Kasutusel on otsepritse süsteem (DIS), kus on süütepool asetseb otse silindri süüteküünla kohal. See süsteem iseseisvalt juhib ja korrigeerib süüte ajastust ja seega süüte ajastus on täiesti hoolduse vaba. Iseseisvad süütepoolid on paigutatud igale silindrile, tänu millele ei ole antud süsteemile vaja jagajat. See vähendab jõu kadusid ühenduses kõrgepinge alaga, mis suurendab töökindlust ja vähendab elektromagnetilisi häireid.



Sele 6. Süütesüsteemi juhtimisskeem [10]

Süütepool (sütikuga)

Kasutusel on süütepoolid sisseehitatud juhtskeem, mis on paigutatud otse süüteküünla kohal.



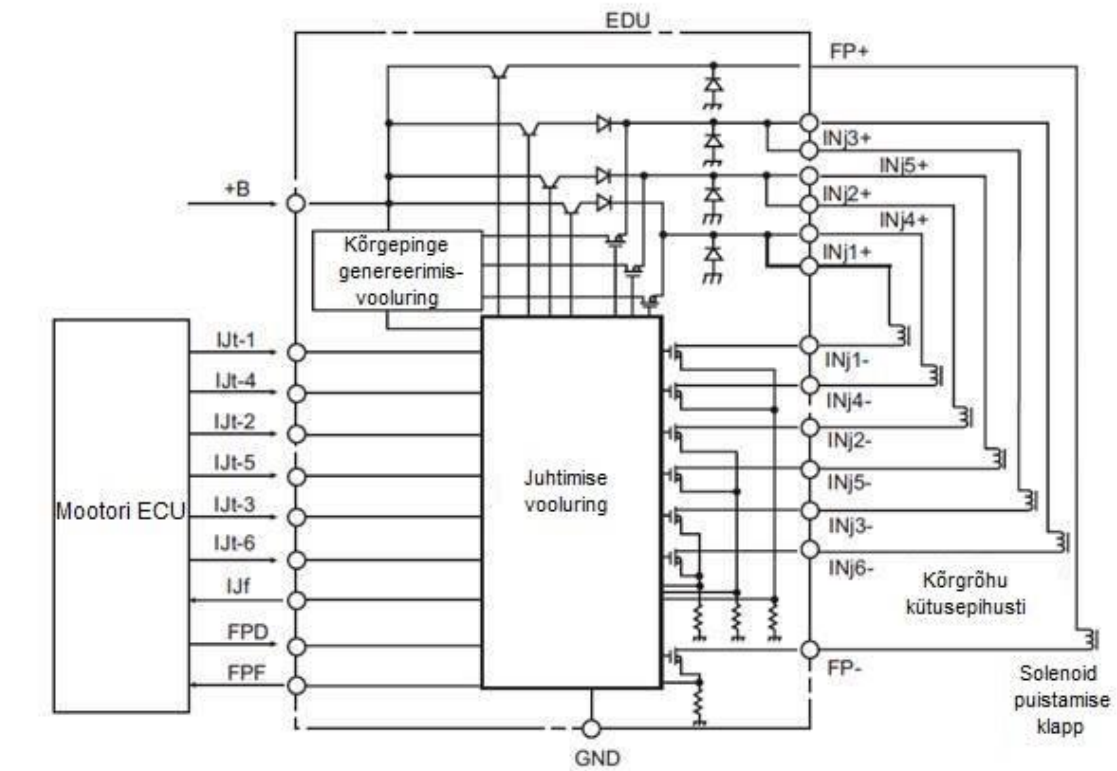
Sele 7. Süütepooli juhtskeem [11]

1.3.5. EDU (Elektrooniline käivitus seade)

Elektroonilise käivitus seadme ülesanne on mootori ECU poolt antud madalpinge (kuni 5V) signaal võimendada kõrgepinge pihustite avamiseks vajaliku kõrgepingeks (230V), EDU tegevus:

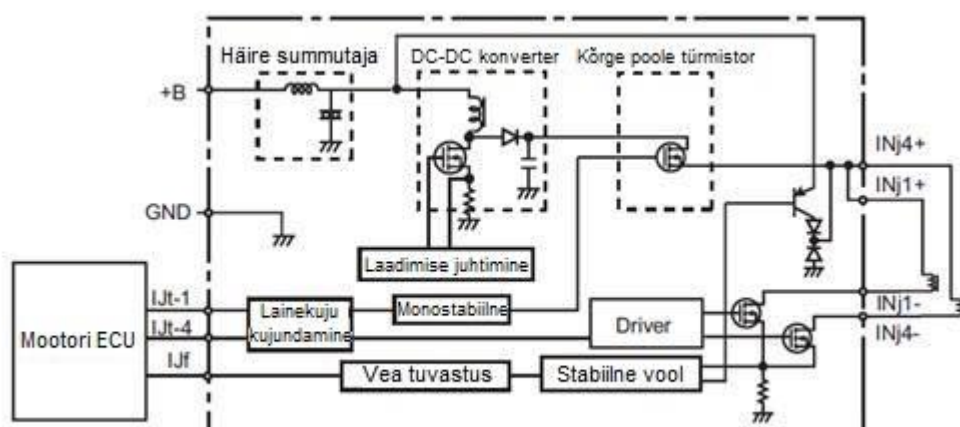
Kui mootori ECU saadab pritsle signaalid (IJt-1 kuni Ijt-6) EDU-sse, COM terminal toodab kõrgepinget, et aktiveerida pihustid. Kui pihustid avavad 12 voldi peale türistoreid, et pihustid oleksid lahti. Vool läheb läbi INj#+ kuni INj#- ja GDN-i, selleks et avada kõrgepinge pihusteid.

Ringlust jälgitakse konstantselt pihustite avamise seisundit ja saadetakse Ijt-lt signaal mootori ECU-le, kui pihusti INj-# aktiveerus normaalselt.



Sele 8. EDU vooluringi skeem nr 1 [12]

Kütuse pritse süsteem pärib signaali IJt-1 mootori ECU-lt läbi lainekujulise vooluringi ja kombineerub monostabiilse vooluringi – kõrge poole türmistor. Siis kõrge poole türmistori abil toodetakse kõrgepinget võimendatud DC-DC konverteriga.



Sele 9. EDU vooluringi skeem nr 2 [13]

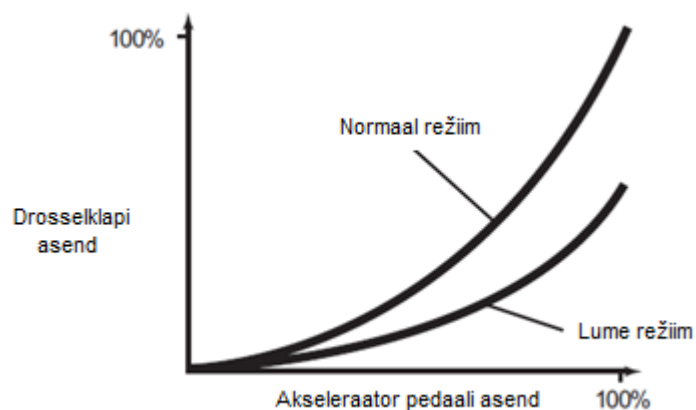
1.3.6. ETCS-i (Elektrooniline drosselklapi juhtimise süsteem)

Tavapärase mootoriga, kus on kasutusel tavapärane drosselklapp, mis on otse ühendatud akseleraator pedaaliga. ETCS-i süsteem aga kasutab mootori ECU kalkulatsioone, et reguleerida optimaalselt drosselklappi, et parandada sõidutingimusi.

Drosselklapi funktsioon on kontrollida positsiooni (mitte lineaarne), tühikäigu kiiruse kontroll (ISC), veojõukontroll (kaasaarvatud stabiilsuskontroll) ja püsikiiruse hoidja on integreeritud elektriline drosselklapi korpusesse.

Kaks juhtarvutit, ETCS-i ja EFI kontroll viib läbi monitooringut üksteise tööst, et tagada töökindel süsteem.

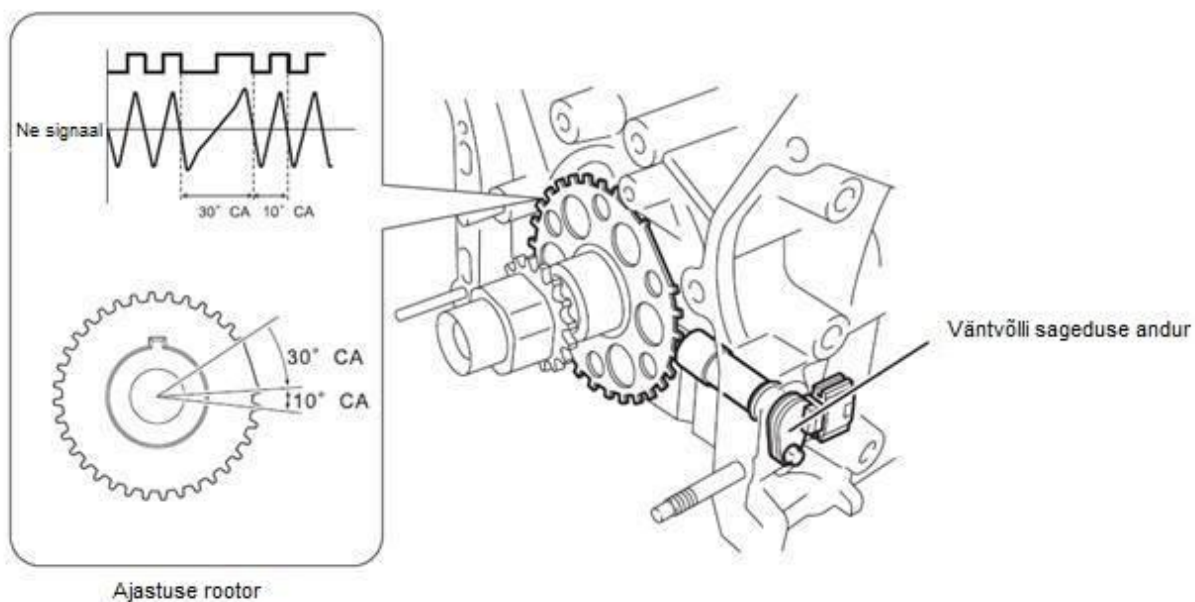
ECT + EFI + ETCS-i integreeritud kontroll, juhtarvutid töötavad kooskõlas, selleks et automaatkäigukasti käikude vahetus toimuks ilma tõrgeteta ja et ei tekkiks käiguvahetusel tõukeid. Käiguvahetuse ajal juhtarvutid reguleerivad drosselklappi.



Sele 10. Drosselklapi juhtimise graafik [14]

Väntvõlli asendiandur

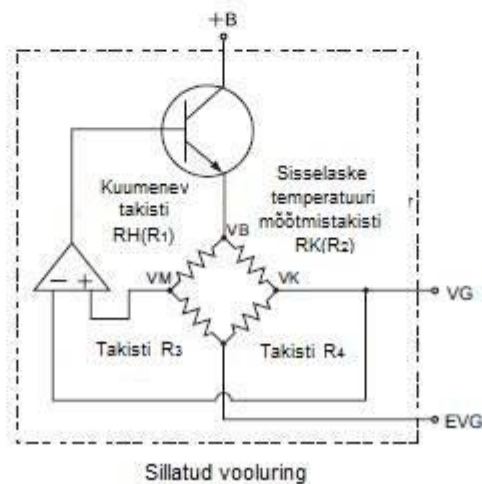
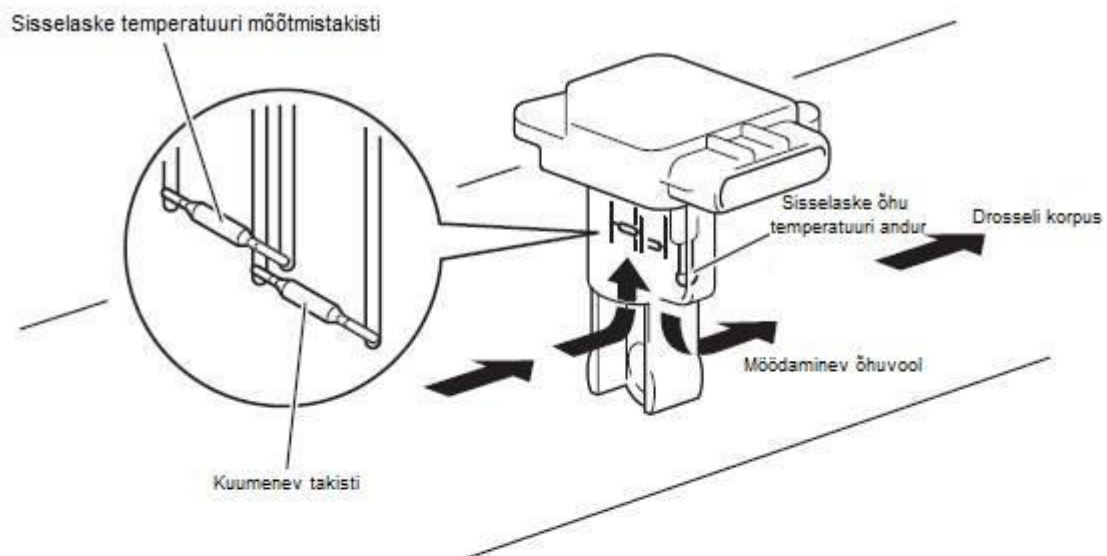
Väntvõlli ajastuse rootor koosneb 34 hambast, kus 2 hammast puudub. Väntvõlli asendiandur väljendab väntvõlli pöörlemist iga 10° ja puuduvad hambad kasutatakse ülemise surnud seisuvastamist. Kasutatakse elektromagnetilise helipeaga andurit, mis võimaldab väga täpset info edastamist.



Sele 11. Väntvõlli sageduse anduri tööpõhimõtte joonis [15]

1.3.7. Õhumassilugeja ja sisselaske õhu temperatuuri andur

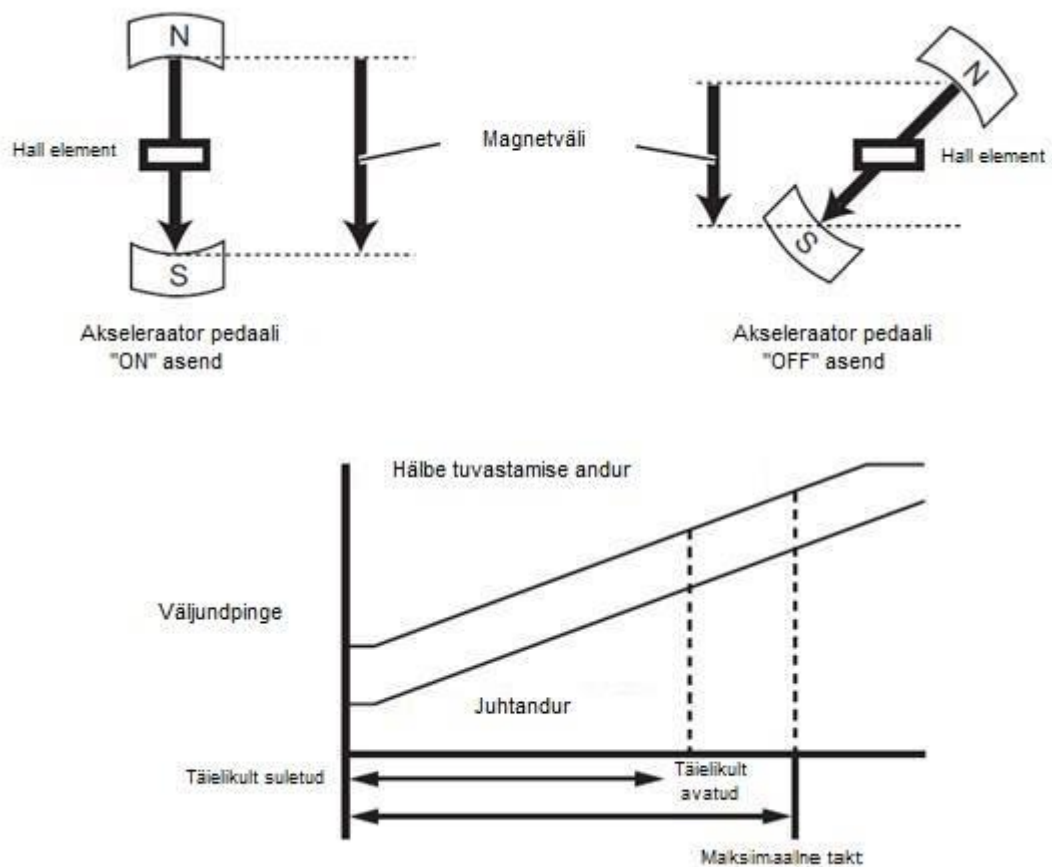
Kasutusel on kuuma traadi tüüpi õhukululugeja, mis tuvastab sisselaske õhu voolu läbi tajuala. Antud õhukululugejal on sisseehitatud õhu temperatuuri andur. Süsteem mõõdab õhuvoolu kohe peale sisselaskeõhu filtrit, mis soodustab mõõtmist, kuna sellise asetusega on sisselaskeõhu voolul kõige vähem pulseerimist. Samuti andur on konstrueeritud nii, et minimeerida õhutakistust.



Sele 12. Õhumassilugeja ja sisselaske õhu temp. anduri tööpõhimõte [16]

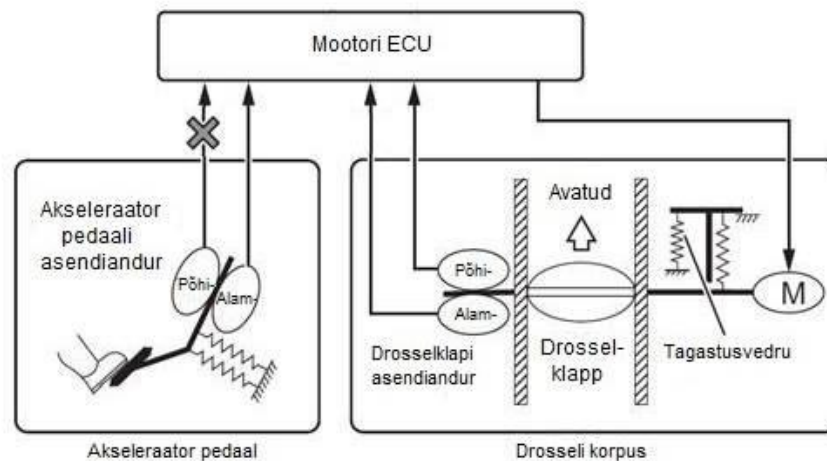
1.3.8. Akseleraator pedaali asendiandur

Andur on ühendatud akseleraator pedaaliga, kus kasutatakse Hall elementi, elektrooniline asendiandur võimaldab täpset kontrolli ja tagab püsivat töökindlust. Kui akseleraator pedaali asendit muudetakse, siis andur saadab, magnetilise välja nurga seoses Hall elemendi vooluringiga, pedaali asendi signaali otse mootori juhtplokki. Et tagada töökindlus anduril on dubleeriv süsteem, mis edastab erinevaid karakteristikuid. Anduri süsteem koosneb kahest vooluringist, et tuvastada pedaali asend. Juhul, kui signaal läheb normist välja, mootori ECU lülitab ohututele seadistustele.



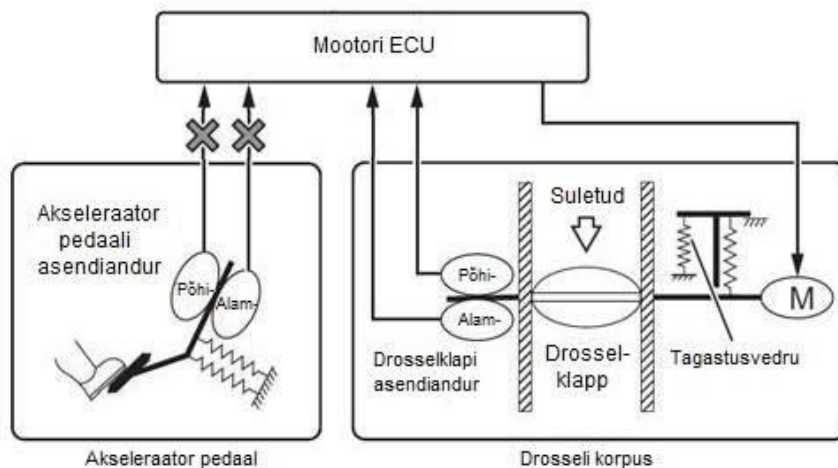
Sele 13. Akseleraator asendianduri väljund pinge karakteristikud [17]

Anduri põhi voluringi rike: Kui juhtub rike ühes voluringis, siis mootori ECU tuvastab normist väljunud signaali, mõlema anduri voluringi vahel ja lülitab „Limp home“ režiimi. See tähendab seda, et süsteem jääb kasutama ainult ühte voluringi, et arvutada pedaali asendit ja selles režiimis süsteem lubab kasutada maksimaalselt 25% drosselklapi asendist.



Sele 14. Akseleraator pedaali voluringi rike tuvastamise tööpõhimõte [18]

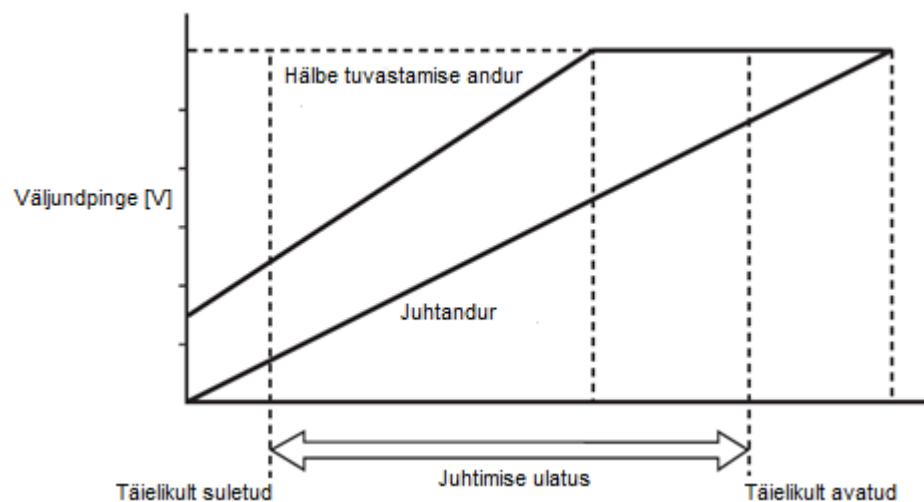
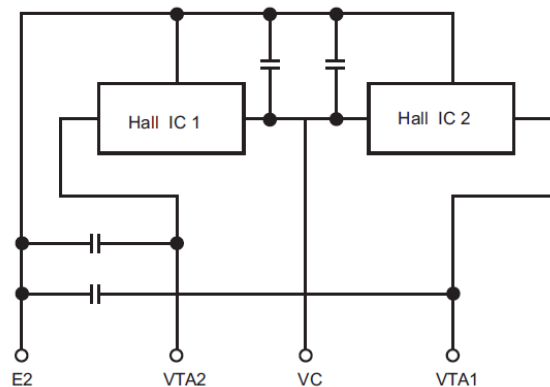
Anduri mõlema voluringi rike: Juhul, kui mõlemas voluringis esineb rike, siis mootori ECU tuvastab samamoodi ebanormaalselt signaali, kuid sel juhul süsteem ei saa toetuda pedaali asendi signaalidele ja võtab drosselklapi juhtimise enda peale. Sellise rikega mootori ECU laseb mootoril töötada ainult tühikäigul.



Sele 15. Akseleraator pedaali voluringi rike tuvastamise tööpõhimõte [19]

1.3.9. Drosselklapi asendiandur

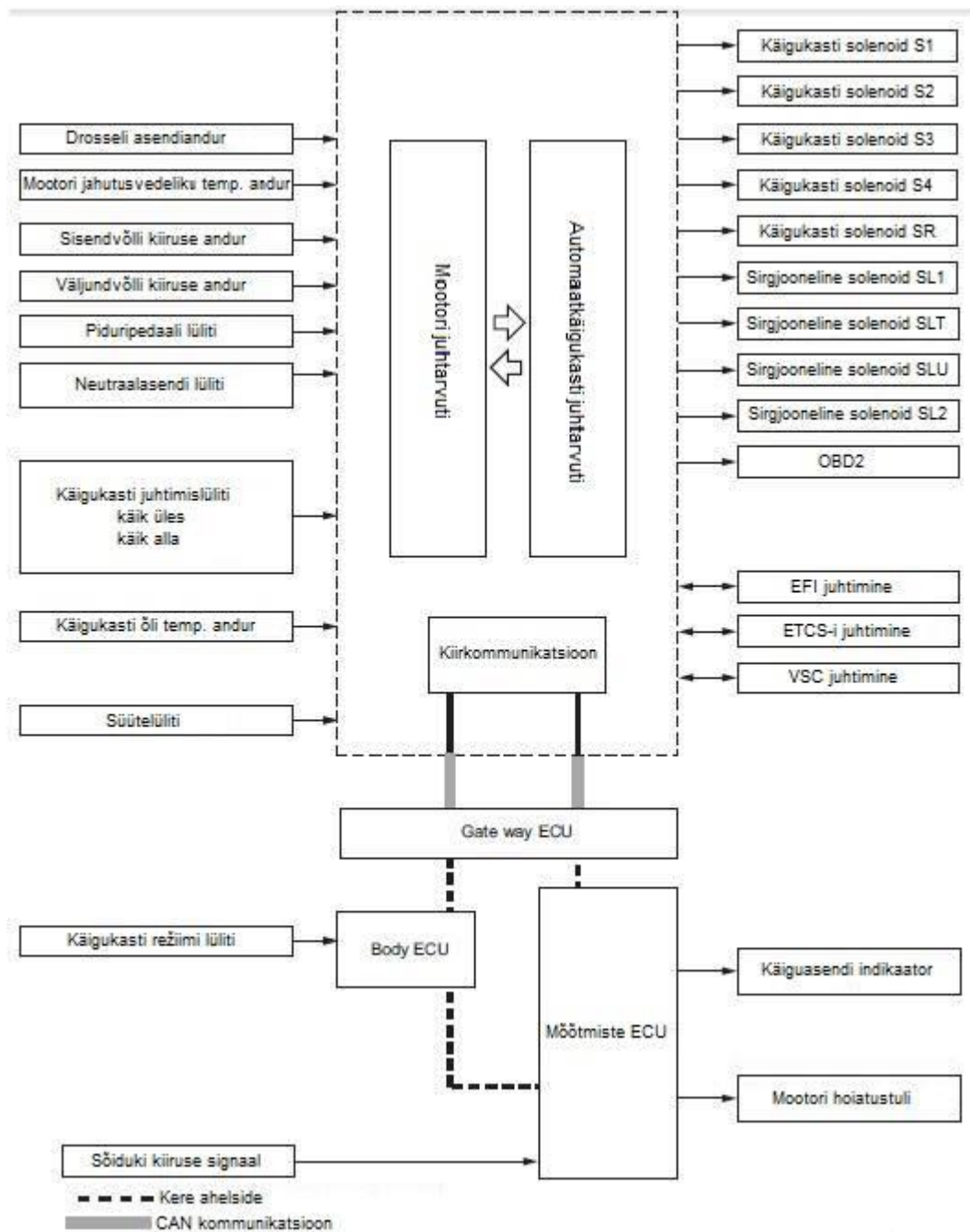
Andur asub drosselklapi korpuses ja tuvastab täpset drosselklapi asendit. Kasutusele on võetud, sama moodi, nagu akseleraator pedaali asendianduril, Hall element, mis võimaldab täpset kontrolli ja tagab püsivat töökindlust. Et tagada töökindlust, anduril on dubleeriv süsteem, mis edastab erinevaid karakteristikuid. Anduri süsteem koosneb kahest vooluringist, et tuvastada klapi asend. Juhul, kui signaal läheb normist välja, mootori ECU lülitab ohututele seadistustele.



Sele 16. Drosselklapi avamise nurk [20]

Süsteemi rike tuvastamine: Kui juhtub rike ühes vooluringis, siis mootori ECU tuvastab normist väljunud signaali, mõlema anduri vooluringi vahel. Seejärel juhtsüsteem katkestab drosselklapi mootori toidet ja lülitab süsteemi „Limp mode“ režiimi. Siis drosselklapi tagastusvedru jõul läheb

9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100 101 102 103 104 105 106 107 108 109 110 111 112 113 114 115 116 117 118 119 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137 138 139 140 141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 152 153 154 155 156 157 158 159 160 161 162 163 164 165 166 167 168 169 170 171 172 173 174 175 176 177 178 179 180 181 182 183 184 185 186 187 188 189 190 191 192 193 194 195 196 197 198 199 200 201 202 203 204 205 206 207 208 209 210 211 212 213 214 215 216 217 218 219 220 221 222 223 224 225 226 227 228 229 230 231 232 233 234 235 236 237 238 239 240 241 242 243 244 245 246 247 248 249 250 251 252 253 254 255 256 257 258 259 260 261 262 263 264 265 266 267 268 269 270 271 272 273 274 275 276 277 278 279 280 281 282 283 284 285 286 287 288 289 290 291 292 293 294 295 296 297 298 299 300 301 302 303 304 305 306 307 308 309 310 311 312 313 314 315 316 317 318 319 320 321 322 323 324 325 326 327 328 329 330 331 332 333 334 335 336 337 338 339 340 341 342 343 344 345 346 347 348 349 350 351 352 353 354 355 356 357 358 359 360 361 362 363 364 365 366 367 368 369 370 371 372 373 374 375 376 377 378 379 380 381 382 383 384 385 386 387 388 389 390 391 392 393 394 395 396 397 398 399 400 401 402 403 404 405 406 407 408 409 410 411 412 413 414 415 416 417 418 419 420 421 422 423 424 425 426 427 428 429 430 431 432 433 434 435 436 437 438 439 440 441 442 443 444 445 446 447 448 449 450 451 452 453 454 455 456 457 458 459 460 461 462 463 464 465 466 467 468 469 470 471 472 473 474 475 476 477 478 479 480 481 482 483 484 485 486 487 488 489 490 491 492 493 494 495 496 497 498 499 500 501 502 503 504 505 506 507 508 509 510 511 512 513 514 515 516 517 518 519 520 521 522 523 524 525 526 527 528 529 530 531 532 533 534 535 536 537 538 539 540 541 542 543 544 545 546 547 548 549 550 551 552 553 554 555 556 557 558 559 560 561 562 563 564 565 566 567 568 569 570 571 572 573 574 575 576 577 578 579 580 581 582 583 584 585 586 587 588 589 590 591 592 593 594 595 596 597 598 599 600 601 602 603 604 605 606 607 608 609 610 611 612 613 614 615 616 617 618 619 620 621 622 623 624 625 626 627 628 629 630 631 632 633 634 635 636 637 638 639 640 641 642 643 644 645 646 647 648 649 650 651 652 653 654 655 656 657 658 659 660 661 662 663 664 665 666 667 668 669 670 671 672 673 674 675 676 677 678 679 680 681 682 683 684 685 686 687 688 689 690 691 692 693 694 695 696 697 698 699 700 701 702 703 704 705 706 707 708 709 710 711 712 713 714 715 716 717 718 719 720 721 722 723 724 725 726 727 728 729 730 731 732 733 734 735 736 737 738 739 740 741 742 743 744 745 746 747 748 749 750 751 752 753 754 755 756 757 758 759 760 761 762 763 764 765 766 767 768 769 770 771 772 773 774 775 776 777 778 779 780 781 782 783 784 785 786 787 788 789 790 791 792 793 794 795 796 797 798 799 800 801 802 803 804 805 806 807 808 809 810 811 812 813 814 815 816 817 818 819 820 821 822 823 824 825 826 827 828 829 830 831 832 833 834 835 836 837 838 839 840 841 842 843 844 845 846 847 848 849 850 851 852 853 854 855 856 857 858 859 860 861 862 863 864 865 866 867 868 869 870 871 872 873 874 875 876 877 878 879 880 881 882 883 884 885 886 887 888 889 890 891 892 893 894 895 896 897 898 899 900 901 902 903 904 905 906 907 908 909 910 911 912 913 914 915 916 917 918 919 920 921 922 923 924 925 926 927 928 929 930 931 932 933 934 935 936 937 938 939 940 941 942 943 944 945 946 947 948 949 950 951 952 953 954 955 956 957 958 959 960 961 962 963 964 965 966 967 968 969 970 971 972 973 974 975 976 977 978 979 980 981 982 983 984 985 986 987 988 989 990 991 992 993 994 995 996 997 998 999 1000 1001 1002 1003 1004 1005 1006 1007 1008 1009 1010 1011 1012 1013 1014 1015 1016 1017 1018 1019 1020 1021 1022 1023 1024 1025 1026 1027 1028 1029 1030 1031 1032 1033 1034 1035 1036 1037 1038 1039 1040 1041 1042 1043 10



Sele 18. Automaatkäigukasti juhtimise skeem [22]

2. LEXUS MOOTORI JA AUTOMAATKÄIGUKASTI ÕPPESTEND

Õppestendi eesmärk on luua vajalik keskkond, kus on võimalik esile tuua elus esinevaid rikkeid. Keskkond on väljatöötatud nii, et oleks võimalik simuleerida elus esinevaid juhtme ja anduririkkeid. On võimalik jälgida reaalses ja reaalsete tingimustega, andurite signaale muutes, kuidas käitub mootor ja automaatkäigukast. Reaalsete tingimuste tagamiseks, koormuseks on kasutusel veoauto hüdropidur, mis tagab koormuse kogu võimaliku mootori võimsuse ulatuses.

Tänapäeval kiiresti areneva tehnoloogiaga, mille tagajärjel on Eestis vähe kaasaegse tehnoloogiaga õppestende, mis on mõeldud eelkõige mootori diagnostika ja elektrooniliste rikete defekteerimise õpetamiseks, kus keskkond võimaldab jälgida erinevaid parameetreid ning andurite ja täiturite tööd. Erinevaid vale signaale simuleerides võib näha, kui palju juhtarvuti on võimeline kohanduma, enne kui mootori ja käigukasti töö muutub või läheb üle avarii seadistustele.

Õppestend on oma olemuselt lihtsa ehitusega, mis tagab lihtsa juurdepääsu erinevatele mootori sõlmedele. Juhtmestik on väljaehitatud sarnaselt sõiduauto paigutusega.

Juhtpaneel koosneb:

- Näidikuplokk
- Käivitus lüliti
- Automaatkäigukasti valits
- Akseleraator pedaal k.a kick down lüliti
- Piduri pedaaali lüliti
- Seisupiduri lüliti
- OBD2 pistik
- Break-out box
- Rikete box

Õppeendi diagnostika jaoks vajaminevad tööriistad:

- Toyota tehase diagnostika arvuti (Intelligent Tester)
- Ostsilloskoop
- Multimeeter
- Kontroll lamp
- Manomeeter (madal surve ja kõrgsurve)

Break-out box

Break-out box on sisselülitatud tähtsamate juhtarvutite vahele, mille abil on võimalik mõõta või katkestada erinevaid signaale. Break-out boksi abil ostsilloskoobiga mõõtes signaale, saab kiiresti tuvastada, mis ahelas on tekkinud viga.

2.1.Rikete box

Rikete boks on sisselülitatud tähtsamate andurite ja juhtarvutite vahele, mis võimaldab muuta juhtmete takistusi, seega muutes signaale simuleeritakse juhtme ja anduri rikkeid. Takistuste muutmiseks on juhtmetele vahele pandud potentsiomeetrid takistusega 0 kuni 5 kΩ, sellest on piisavalt, et sisestada erinevaid parameetreid. Kui tahetakse muuta takistust suuremaks, siis potentsiomeetrid on ahelas järjestiku ja kui tahetakse muuta vähemaks, siis tuleb potentsiomeetrid ahelas paigutada paraleelselt:

$$\text{Järjestikuline} = R + R + R \text{ [23]}$$

$$\text{Paraleelne} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} + \frac{1}{R} \text{ [23]}$$

Tähtsamad süsteemid, mida mõjutatakse:

- EFI (Elektrooniline kütuse sissepritsesüsteem)
- ESA (Elektrooniline süütesüsteem)
- ETCS-i (Elektrooniline drosseli juhtimissüsteem)
- Dual VVT-i (Tark muutuva klapi ajastuse süsteem)
- ECT (Integreeritud automaatkäigukasti juhtimissüsteem)

Ülaltoodud süsteeme saab mõjutada järgmiste anduritega:

- Õhukululugeja, sisselaske õhu temp. andur

- Nukkvõlli asendiandur
- Väntvõlli asendiandur
- Akseleraator pedaali asendiandur
- Drosselklapi asendiandur
- Jahutusvedeliku temp. andur
- Starteri signaal
- Neutraalasendi lüliti
- Sõiduki kiiruse andur
- Kütuse rõhu andur
- Õhu-Kütuse suhte andur
- Detonatsiooni andur
- Käigukasti sisend- ja väljundvõlli kiiruseandurid
- Käigukasti õli temperatuuri andur

2.2.Vigade genereerimine ja selle tagajärjed

Kuna antud juhtimissüsteem on tsentraliseeritud, siis on võimalus süsteemi käitumist muuta, süsteemiga suhtlevate andurite signaali moonutamisega. Enamus andurite tööpõhimõte on selles, et parameetri muutusega, muudab andur takistust. Selle saab ära kasutada vigade simulatsioonis. Ehk siis juhtme takistuse muutmisega võib süsteemile näidata valesid andmeid.

2.2.1. Elektroonilise kütuse sissepritsesüsteemi (EFI) mõjutamine

Kui me tahame näiteks mõjutada elektroonilise kütuse sissepritsesüsteemi, siis näiteks muudame kütuse rõhu anduri signaali nii, et ta näitaks liiga kõrget rõhku. Seejärel näeme, et süsteem hakkab kütuse rõhku kompenseerima madalamaks ja siin tekibki huvitav koht, kus mootori ECU saa aru lambda anduri järgi, et kütusesegu on vale, ehk kütuse rõhk on näitude järgi paigas, kuid jõudlust ei ole. Seega süsteem töötab etteantud seadistuste järgi, kuid ei saavuta etteantud parameetreid ja võib genereerida veakoodi.

Simuleeritakse õhukululugeja defekti nii, et andur hakkab näitama tegelikusest väiksemat näitu. Selleks, et süsteem ei genereeriks viga vaid kohanduks tingimustega, näitu ei tohi lasta tühikäigul alla 0,5 V ja üle 3,0 V ning täis koormusel näit ei tohi ületada 5,0 V. Näiteks koormatakse mootorit ja imiteeritakse täisgaasiga sõitu ja mõjutatakse anduri näitu 5,0 V asemel 4,5 V-ga. Sellega kaasneb see, et mootori jõudlus täiskoormusel kahaneb, sest sissepritsesüsteem töötab kooskõlas

õhukululugejaga ja vastavalt sellele muudab kütusesegu, seega kütuse-õhu segu muudetakse vastavalt tingimustele, et ei tekiks liiga lahjat või rikast segu.

2.2.2. Automaatkäigukasti juhtimissüsteemi (ECT) mõjutamine

Mõjutame näiteks käigukastiõli temperatuuri andurit. Saadame signaali takistusega, mis peaks näitama käigukasti õli madalat temperatuuri, siis märkame, et käigukasti juhtimissüsteem ei lase lülitada viiendat ja kuuendat käiku ning ei lülita turbiini lukku. Või muudame takistust nii, et ECU näeks liiga kõrget temperatuuri, seejärel ECU genereerib veakoodi ja käigukast läheb ohutus seadistustele, või ei lase sõidukil üldse edasi liikuda, kuni viga on kustutatud või näit paraneb.

2.2.3. Elektroonilise süütesüsteemi(ESA) mõjutamine

Võib tuua näite detonatsiooni anduri veaga, kus mõjutatakse elektroonilist süütesüsteemi. Genereeritakse vale detonatsiooni anduri signaal, mille tagajärjel mootori ECU näeb ära, et tekkinud on detonatsioon ja annab käsu süütesüsteemile, et on vaja süüteajastust muuta. Ajastust muudetakse nii, et olenevalt detonatsiooni ulatusest, süsteem muudab süütenurka ettemääratud kraadide võrra. Kui detonatsioon kaob, siis süsteem muudab nurka tagasi ettemääratud kraadide võrra ja kui detonatsioon tekib uuesti, siis muudetakse nurka jälle. Kui genereerida vea nii, et detonatsioon on sellises ulatuses, kus süsteem peab muutma süüte ajastust, ettemääratud parameetrite järgi, karakteristikute piires ja kuna detonatsiooni signaal on simuleeritud, siis süsteem muudab ajastuse karakteristikuid nii, et mootoril kaob jõudlus ja tõuseb kütusekulu või kui süsteem tuvastab, et rohkem ei ole võimalik kompenseerida, siis mootori programm läheb ohutus seadistuste peale ja genereerib veakoodi.

2.2.4. Elektrooniline drosseli juhtimissüsteemi(ETCS-i) mõjutamine

Toome näite akseleraator pedaali asendi anduri veaga, millega mõjutatakse elektroonilise drosseli juhtimissüsteemi. Antud anduril on kasutusel dubleeriv vooluring, selleks, et mootori ECU tuvastaks anduri või kaabelduse defekti. Kui juhtsüsteem näeb, et ühes vooluringi süsteemis on tekkinud erinevus, siis genereeritakse veakood ja juhtimisprogramm läheb üle ohututele seadistustele „Limp mode“, mille tagajärjel drossel on maksimaalselt avatud kuni 25%. Kuid kui mõjutada mõlemat vooluringi lubatud piiridest üle, siis genereeritakse veakood ja juhtsüsteem laseb mootoril töötada ainult tühikäigul. Selleks, et mootori ECU ei saaks aru, peab mõlemat vooluringi näidud samade väärtuste võrra tõstma, esimeses kontuuris 0,5 V ja 4,5 V vahel ja teises 1,2 V ja 5,0 V. Kuna siis on mootori ECU jaoks näit kõrgem, siis vastavalt sellele juhitakse ka drosselit. Sellega

kaasneb selline sümptom, et tühikäigu pöörded on normaalsetest kõrgemad ja sõidutingimustes muudetud näidu võrra on akseleraator pedaali asend paigast ära, kuid süsteemis veakoodi ei genereerita. Ainuke variant selle vea tuvastamiseks on diagnostika arvutis vaadata pedaali asendit.

Järgmisena võib mõjutada nii, et simuleeritakse drosselklapi asendi anduri vea. Drosselklapi asendi anduril on sarnaselt akseleraator pedaali asendianduriga dubleeritud vooluringi kontuurid, kuid erinevus on selles, et kui ühes või mõlemas vooluringis mootori ECU tuvastab riket, siis süsteem katkestab drosselklapi mootori toite ja tagastusvedru jõul klapp läheb ettenähtud asendisse, kus ta jääb natuke avatuna. Sel juhul sõiduk läheb ohututele seadistustele ja mootori väljundvõimsust reguleeritakse läbi kütuse pritse ja süüte ajastuse süsteemide, kooskõlas akseleraator pedaali asendiga. Kuna süsteem mõjutab drosselit vastavalt akseleraator pedaali asendile ja kui simuleerida drosselklapi valet asendit, siis mootori ECU saab kohe aru, et näidud ei lähe kokku ja genereerib veakoodi, mille tagajärjel juhtimisprogramm läheb üle ohututele seadistustele.

Kuna kõik süsteemid suhtlevad omavahel ja töötavad kooskõlas, siis ühe anduri signaali muutmisega, mis mõjutab otseselt ainult ühte süsteemi, siis vastavalt parameetritele kõik juhtsüsteemid muudavad kogu mootori tööd, mitte ainult ühte konkreetset süsteemi.

2.3. Õppuri töö ja konkreetsed ülesanded

Eesmärgiks on näidata praktikas ja reaalsetes tingimustes, kuidas käitub mootor, elektroonika rikete esinemisel ja vaadelda nende rikete puhul sümptomeid. Õppuri töö ülesandeks on, leida vastavalt Lexus tehase juhenditele, miks mootor ei tööta nii nagu peab, millised parameetrid on muutunud ja mis on riket põhjustanud.

Selleks, et saaks õppida diagnostiku tööd, stend on ülesehitatud nii, et õppur pääseks igale juhtimisplokile, anduritele ja kaabeldusele juurde. Digitaal signaali lugemiseks on mootori elektrisüsteemis sisselülitatud break-out box, kus ostsilloskoobiga mõõtes saab võrrelda signaale tehase andmetega.

Näidisülesanne 1

Antud ülesandes on simuleeritud rikete boksi abil mootori jahutusvedeliku anduri sisemist viga, mille tagajärjel anduri näit hakkab valetama, ehk mootri töötemperatuuri saavutamisel, arvuti näeb, et mootor on üle kuumenenud ja mootori ECU seiskab mootori. Juhtsüsteem genereerib veakoodi P0115 või P0118.

Vastavalt tehase juhendile õppur peab ühendama diagnostika arvuti OBD2 pistikusse, lülitama süüte sisse. Toyota Intelligent Tester diagnostika arvuti programmi menüüs: Power train / Engine / Data List / Coolant Temp. alt näeb mootori jahutusvedeliku anduri näitu. Normaalingimustes töösooja mootori korral näit peab olema 80°C ja 97°C vahel. Juhend ütleb, et kui näit on -40°C, siis on süsteemis katkestus ja kui 140°C või rohkem, siis on lühis. Antud situatsioonis, näit on üle normaal temperatuuri. Vastavalt juhendile võib arvata, et süsteemis on lühis. Seega õppur peab defekteerima, kas rike on kaabelduses, juhtplokis või anduris.

1. Kaabelduse kontroll, selleks tuleb lahti ühendada anduri pistiku ja vaadata diagnostika arvutis näitu. Normaalingimustes näit peab olema -40°C, kuid antud simulatsiooniga näit tuleb ~80°C.
2. Juhtplokki korrasoleku kontroll, selleks tuleb lahti ühendada anduri pistik ja juhtplokki pistik E8 ja E6. Korras juhtplokki korral näeme, et näit on -40°C.
3. Kindluse mõttes võib andurit ka kontrollida, seda saab kontrollida multimeetriga, jahutusvedeliku temperatuuri andur töötab nii, et mida suurem on temperatuur, seda väiksemat takistust ta näitab. Ehk korras anduriga multimeetri näit peab olema 5 kΩ ja 0.3 kiloomi vahel, seda on raske hinnata, kuna selleks peab teadma jahutusvedeliku reaalselt temperatuuri, kuid eelnevalt tehtud kontrollimistega, piisab selleks, et defekteerida antud riket. Seega teeme järeltule, et viga on kaabelduses, ehk reaalses olukorras tähendaks see seda, et anduri juhe on oksüdeerunud, mis toob endaga kaasa vale signaali edastamist.

Näidisülesanne 2

Antud ülesandes on simuleeritud ühele kõrgsurvepihustile vale signaal. Selle tagajärjel mootori juhtimissüsteem genereerib veakoodi P0200 kuni P0206 (olenevalt millist pihusti signaali on mõjutatud) ja mootori ECU programm läheb üle ohutu seadistusele. Mille tagajärjel mootor töötab ebaühtlaselt.

1. Lexus tehase juhendit järgides, õppur peab alustama pihustite juhtplokki toidete kontrollimisega, selleks tuleb süüde sisse panna ja juhtplokki E52 pistiku lahti ühendama ja mõõtma klemmide E52-1 ja E52-2 ja massi vahel pinget, multimeeter peab näitama 9 ja 14 voldi vahel.
2. Kaabelduse kontroll kõrgsurvepihustite juhtplokki(EDU) ja kõrgsurvepihustite vahel. Selleks tuleb EDU pistikud I1 ja J1 lahti ühendama ja mõõtma pihustite takistused klemmidel: (I1-

2) – (I1-5), (J1-3) – (J1-6), (I1-3) – (I1-6), (J1-1) – (J1-4), (I1-1) – (I1-4), (J1-2) – (J1-5).

Pihustite takistused toatemperatuuril peavad olema 2,01 kuni 2,31 oomi.

3. Kaabelduse kontroll mootori juhtploki ja EDU vahel, selleks tuleb mootori juhtplokkilt lahti ühendada pistikud E6, E8, E45 ja EDU plokkil E51 pistik. Et tuvastada juhtme katkestust tuleb mõõta takistust klemmide vahel: (E8-15) – (E51-3), (E6-17) – (E51-2), (E8-14) – (E51-1), (E6-16) – (E51-12), (E8-13) – (E51-11), (E6-15) – (E51-10), (E45-26) – (E51-9). Juhtmete takistused peavad olema alla ühe oomi. Lühise tuvastamiseks tuleb kõik eelnevad klemmid massi suhtes mõõta ja näit peab olema üle 10 kiloomi.

Kui viga ei leitud tuleb järgmisena mõõta signaale ja võrrelda neid tehase andmetega, et tuvastada, kas mootori juhtplokk või EDU genereerib vale signaali.

4. Mootori juhtploki pinge signaali kontroll, selleks tuleb ühendada ostsilloskoop ja järjest mõõta signaale, (E8-15), (E6-17), (E8-14), (E6-16), (E8-13), (E6-15) klemmide ja (E7-7) klemmi vahel. Õiget diagrammi, millega võrrelda näeb tehase juhendis. Kui näidud ei vasta juhendile, tuleb mootori juhtplokk välja vahetada.
5. Kõrgsurvepihustite juhtploki kontroll, selleks tuleb ostsilloskoop ühendada (E45-26) ja (E7-7) klemmide vahele. Korrektset diagrammi saab võrrelda tehase juhendis etteantuga ja kui signaali diagramm ei vasta õigele, siis tuleb EDU juhtplokk välja vahetada.
6. Mõõtmise tingimused: ostsilloskoobi seadistused peavad olema 20 V/DIV., 20 msec./DIV. ja mootor peab töötama töötemperatuuril ja tühikäigul. Enne mõõtmiste alustamist peavad kõik veakoodid mälust kustutatud, vastasel korral mootor töötab ohutu seadistustega, selle tagajärjel mootori ECU ja EDU ei genereeri pinge signaali.

Näidisülesanne 3

Antud ülesandes on simuleeritud kütuselati rõhuanduri rike, mille tagajärjel andur hakkab valetama, et kütuse rõhk latis on tegelikusest suurem. Tänu sellel mootori juhtsüsteem laseb kütuserõhu alla, kuid sellega kaasneb lahja kütuse-õhu segu tõttu mootori ebaühtlane töö ja väheneb jõudlus. Kui juhtimissüsteem näeb, et kütuse rõhk on tõusnud 19,6 Mpa või rohkem, siis kohe genereerib kütuse rõhu veakoodi P0190 ja P0193. Kuid kui seada rikete boksi nii, et juhtsüsteem näeb rõhku 13 Mpa ja natuke üle, siis lastakse rõhu madalamaks ja lahja segu pärast genereeritaks hoopis lahja segu veakoodi P0171 ja P0174. Sellega muudetakse õppuri ülesannet keerulisemaks. Selleks, et tehase juhendi järgi defekteerida kindlalt milles probleem on, õppur peab kontrollima:

1. Tuleb võrrelda hapniku anduri ostsilloskoobi näitusid tehase omadega, sellega õppur loeb välja, erinevaid variante, mis võisid vea põhjustada.
2. Kontrollida tuleb sisselaske õhu ja kütuse torustiku, ega kuskil ei esine lekkeid.
3. Kuna jahutusvedeliku temperatuuri andur mängib süsteemis tähtsat rolli, siis tuleb ka seda kontrollida.
4. Õhukululugeja andurit saab lihtsalt kontrollida diagnostika avuti abil: tühikäigul peab nägema 2,1 g/s ja 3,1 g/s ja mootor pööratel 2500 p/min peab näitama 7,8 g/s ja 11,4 g/s vahel. Käigukast peab olema neutraali asendis ja konditsioneer väljalülitatud.
5. Alles nüüd jõuame kütuserõhu juurde. Diagnostika arvutiga saame näha, kas anduri näit kõigub või ei, kui kõigub, siis andur võib olla korras, anduri näit peab olema 4 Mpa ja 13 Mpa vahel. Kindluse mõttes peab manomeetriga kütuserõhku üle mõõtma ja sealt tulebki välja, et mootori ECU näeb valet näitu. Seejärel tuleb mõõta pinget E66 kütuse rõhuanduri (E66-3) ja (E66-1) klemmide vahel, näit peab olema 4,5 V kuni 5,5 V. Seejärel tuleb mootor käivitada ja mõõta mootori juhtplokil pinget (E45-25) ja (E8-28) vahel, näit peab olema 1,8 V kuni 2,3 V. Õppur näeb, et näidud ei lähe kokku ja järgmisena tuleb kontrollida mootori ECU ja kütuse rõhuanduri vaheliste juhtmete takistused, mis peavad olema alla ühe oomi. Viga on leitud.

Näidisülesanne 4

Antud ülesandes rikete boksi abil on muudetud käigukasti väljundvõlli kiiruseanduri juhtme takistust, sellega simuleeritakse käigukasti väljundvõlli kiiruse anduri sisemist riket ehk juhtplokk hakkab nägema valet näitu. Reaalsetes tingimustes, kui auto on komplektne ja kui rike juhtub sõidu ajal, siis genereeritakse veakoodi, mis viitab sellele, et käigukastist võetud kiiruse ja ABS anduritelt võetud kiiruse näidud on erinevad. Kuid antud õppesendis ei saa simuleerida reaalselt sõiduki liikumist, kuna puudub ABS süsteem. Seda ülesannet saab kahte moodi esitada, muuta kiiruse anduri signaali töötava mootori ajal või siis muuta signaal kui mootor seisab. Kui muuta signaal töötava mootori ajal, siis sellega kaasneb see, et mootori ECU hakkab mootorit ja käigukasti juhtima valesti ehk mootori ja käigukasti töö muutub vastavalt kiirusele, mida ta näeb, sellega võib kaasneda jõudluse vähenemine ja mingil kiirusel, kui näit läheb lubatud piiridest välja, siis genereeritakse P0500 veakood. Kuid kui muuta käigukasti väljundvõlli signaal seisatud mootoriga ja näiteks näit tuleb nullist suurem, siis mootori juhtsüsteem ei lase mootorit käivitada ja genereerib hoopis B2283 veakoodi, mis viitab juba mitte ainult kiiruse anduri veale, vaid ka võimsuse juhtimisploki rikele.

1. Kui on genereeritud veakood P0500, siis tuleb vastavalt tehase juhendile käituda järgmiselt:
lasta mootoril käia, kuni saavutab töötemperatuuri, seejärel seisata mootor ja ühendada diagnostika arvuti. Diagnostika programmi menüüs minna Power train / ECT / Data List, seal saab jälgida millist kiirust näeb mootori ECU antud momendil. Kiiruse näit saab olla 0km/h kuni 255 km/h vastavalt, kui kiiresti sõiduk liigub, kuid seisatud mootoriga peab kiirus olema kindlasti 0 km/h. Juhul, kui näit on koguaeg 0 km/h, siis see viitab sellele, et on lühis või katkestus, kas anduril või antud vooluringis. Kuid kui kiiruse näit on reaalsest suurem või väiksem, see viitab sellele, et viga on anduris endas või viga on kaabelduses või ühenduses.
2. Juhendi järgi järgmisena tuleb kontrollida, kas andur on õigesti paigas.
3. Kui andur on õigesti paigas, siis tuleb mõõta multimeetriga anduri sisetakistust, klemm 1 ja 2 vahel toatemperatuuril peab takistuse näit olema 560 kuni 680 oomi.
4. Antud olukorras anduri takistus on õiga ja seejärel tuleb kontrollida käigukasti väljundvõlli kiiruse anduri ja mootori ECU vahelist kaabeldust. Mootori ECU tuleb lahti ühendada pistik E7 ja mõõta klemmi 23 ja 22 vahel takistust, näit peab olema täpselt sama, mis nägime kiiruse anduril. Seejärel tuleb mõlemad klemmid mõõta massi suhtes ja näit pea olema rohkem kui 10 oomi, et tuvastada kas esineb lühis. Kaabelduse kontrollimisega õppur tuvastas, et viga tuleneb kaabelduse rike tõttu.
5. Kui on genereeritud veakood B2283, siis vastavalt juhendile tuleb kõigepealt menüüs vaadata käigukasti väljundvõlli kiiruseanduri näitu, kus õppur tuvastab, et kiiruse näit on vale.

3. SÕIDUAUTODE MOOTORITE JA JÕUÜLEKANDE TESTIMINE

Tänapäeva suur nõudlus sisepõlemismootoritega sõiduautode järele on omandanud autotööstuses suurt tähtsust. Seega peavad autotootjad looma tõhusa ja ökonoomse mootori, mis vastaks erinevate riikide normidele. Sellepärast on nad kohustatud võtma arvesse kõiki parameetreid, mis mõjutavad mootorite tulemuslikkusele ja kavandamisele. Seal esineb väga palju parameetreid, nii et neid on raske arvestada sisepõlemismootori kujundamisel. Sellega kaasneb mootorite katsete vajalikkus, et kindlaks teha milliseid meetmeid tuleb teha, et parandada mootorite jõudlust. Sisepõlemismootori projekteerimise ja arendamise etapil, insener peab projekteerima kindlate sihtide järgi. Eesmärgid hõlmavad muutujaid nagu indikaatorvõimsus, pidurdusjõud, kütusekulu spetsiifilisel pidurdamisel, heitgaaside kogus, mootori jahutus, hooldusvabadus, eksploateerimine. Järgmiseks ülesandeks arendus insenerile on vähendada kulud ning parandada mootori võimsust ja töökindlust. Eesmärkide saavutamiseks on inseneril võimalik proovida erinevaid projekte. Pärast sisepõlemismootori detailide projekteerimist, neid toodetakse vastavalt mõõtmetele ja peale pinnaviimistlemist võivad tekkida teatud hälbed. Seega, et kontrollida arendatud ja konstrueeritud mootori tulemuslikkust, on vaja katsetada mootorit. Ka sõiduauto Lexus baasil tehtud õppestendiga on võimalik testida mootorit ja jõuülekannet, selleks on ainult vaja spetsiaalseid mõõtevahendeid.

Üldiselt arengu insener peab teostama mitmesuguseid mootori teste/katseid, alustades lihtsast kütuse ja õhuvoolu mõõtmisest ning lõpetades keerulise kütusepihusti nõela liikumise diagrammide koostamise, keerisestruktuuri ja fotode tegemisega põlemisprotsessist põlemiskambris. Testide/katsete läbiviimise iseloom ja tüüp sõltub mitmesugustest teguritest, milleks on näiteks konkreetse disaini arenguaste, nõutav täpsus, vahendite olemasolu, tootmisettevõtte loomus ning selle disaini strateegia. Siinkohal võetakse arvesse ainult teatud põhilisi teste ja mõõtmisi.

KOKKUVÕTE

Õppestend, mis on loodud kaasaegse sõiduauto Lexus GS300 baasil, kus on kasutusel mootor, automaatkäigukast ja kogu juhtimissüsteem, on mõeldud eelkõige õppeotstarbel süsteemi tööpõhimõtte tutvustamiseks ning diagnostika ja elektrooniliste rikete defekteerimise õpetamiseks, kus saab jälgida erinevaid parameetreid ning andurite ja täiturite tööd. Selleks on loodud keskkond, mis on lähedane sõiduauto reaalsele tingimustele. Erinevalt Eestis enim levinud mootori õppestendidest, antud stendil on mootori ja jõuülekanne koormamiseks kasutusel veoauto hüdropidur ZF-retarder, millega on võimalik kogu mootori võimsuse ulatuses anda koormust. Selline lahendus ei ole mitte ainult uudne, vaid ka palju odavam, kui võtta kasutusele müügil olevaid spetsiaalseid mootori koormamiseks mõeldud pidureid.

Õppestend on oma olemuselt lihtsa ehitusega, mis tagab hea juurdepääsu erinevatele mootori sõlmedele. Juhtmestik on väljaehitatud sarnaselt sõiduauto paigutusega. Tänu sellele, erinevalt komplektsest sõiduautost, on kogu juhtimissüsteem silmnähtavale välja toodud, sellega on kohe aru saada, kui keeruliseks on läinud tänapäeva sõiduauto.

Keskkond on väljatöötatud nii, et oleks võimalik simuleerida elus esinevaid kaabelduse ja anduririkeid, kus on võimalik jälgida reaalses ja reaalsete tingimustega, andurite signaale muutes, kuidas käitub mootor ja automaatkäigukast. Selleks on konstrueeritud rikete boks, mis on juhtimissüsteemi kaabelduses vahele lülitatud ja võimaldab täpselt mõjutada mootori juhtplokkidesse anduritelt edastavaid signaale.

Õppimise eesmärgil saab näidata mootori ja automaatkäigukasti halva töö erinevaid sümptomeid, esinevate elektroonika rikete puhul. Õppur saab tutvuda kogu juhtimissüsteemi ülesehitusega ja õppida diagnostiku tööd, kus ta ülesandeks on leida vastavalt tootja juhenditele, miks mootor töötab halvasti, millised parameetrid on muutunud ja defekteerima, mis on riket põhjustanud.

Samas saab antud õppestendi kasutada ka keerulisteks mootori ja jõuülekanne testideks, kus tulevane insener õpib kuidas ja milliseid katseid tuleb teha mootori projekteerimise käigus.

SUMMARY

Nowadays car technology develops rapidly and their structure is becoming increasingly complicated. Whilst car demand has grown, car manufacturers are forced to create high technology vehicles to get low fuel consumption and long-lasting durability by high efficiency. Thereby, a demand for technicians with a very good education starts to also grow, because while cars are being in exploitation different electronical breakdowns may occur. There is a big demand in high technology cars in Estonia, but there are few equivalent means of instruction which could be used to educate technicians. Hence, an idea came up to create teaching stand based on Lexus car, where high technology solutions are used.

My aim was to construct the control panel of the teaching stand and develop an environment, which is meant to above all teach diagnostics of motor and automatic transmission and also defecting of electronical breakdowns. It should be possible to observe different parameters and also work of sensors and actuators, at the same time simulate wiring and sensor breakdowns which appear in the electronical managing system of the motor and automatic transmission of the car.

An environnement should give a possibility to observe behaviour of engine and automatic transmission's managing systems and how their work changes in real-time and real conditions. For creating real conditions it is decided to take into use a hydraulic brake, which provides load to the extent of whole capacity of power source. This kind of solution is not only novel, but also cheaper than buying special breaks for motor load brakes. For simulating wiring and sensors' breakdowns, a breakdown box should be constructed and switched in wiring of the more important managing systems, in the box there are installed several potentiometers to change different parameters simultaneously if needed.

To compose various diagnostic tasks, firstly it is needed to accurately study the database of Lexus's factory to identify how the managing of engine and automatic transmission works, what are the components and work principles. It is important to understand how different electronical breakdowns affect work of managing systems, which parameters change, how it is reflected on work of engine and automatic transmission and what are the symptoms of breakdowns. Secondly

factory's instructional material should be studied to understand how various electrical breakdowns should be diagnosed.

When whole managing system is studied, it is possible to begin to construct the managing of the teaching stand.

This teaching stand has a simple construction, which provides a good access to different engine assemblies. Wiring is constructed similarly to the placement of a car. Due to that, unlike complex car whole managing system is revealed, it gives an immediate idea how complicated is a nowadays car.

For teaching purpose it is possible to show different symptoms of engine and automatic transmission's bad work while electrical breakdowns occur. A student can study the construction of the managing system and study work of diagnostics, where his task is to find why the engine works poorly, which parameters have changed and defect the reason of breakdown all based on manufacturer's instructions.

The teaching stand could be also used for complicated motor and power transmission tests, where future engineer studies how and what kind of tests should be done while developing the engine.

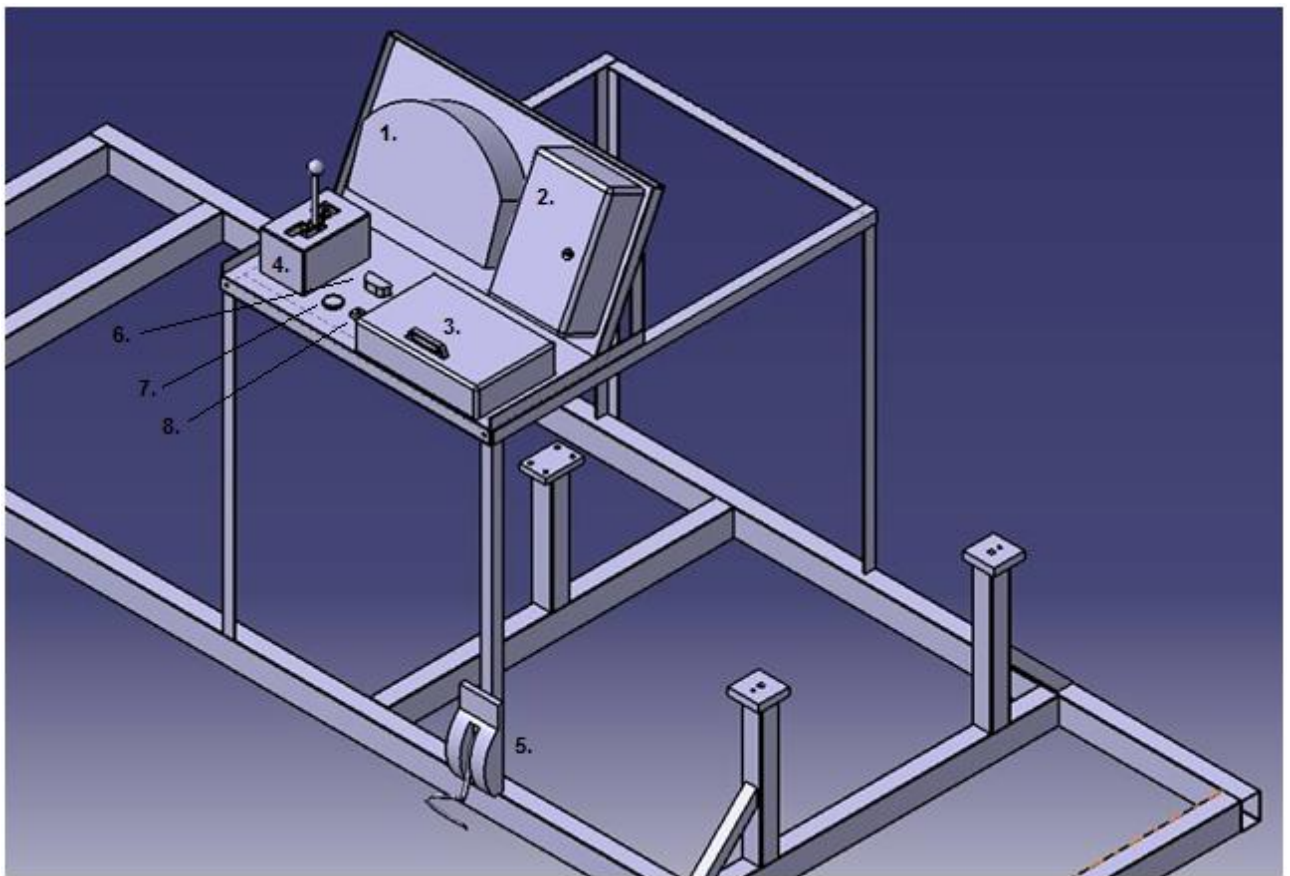
VIIDATUD ALLIKATE NIMEKIRI

- [1] Lexus tehase andmebaas 3GR-FSE „ENGINE CONTROL SYSTEM“ EG-101
- [2] Engine Testing, Fourth Edition: The Design, Building, Modification and Use of Powertrain Test Facilities
- [3] Lexus tehase andmebaas 3GR-FSE „ENGINE CONTROL SYSTEM“ EG-101 kuni EG-106
- [4] Lexus tehase andmebaas 3GR-FSE „ENGINE CONTROL SYSTEM“ EG-105
- [5] Lexus tehase andmebaas „3GR-FSE ENGINE CONTROL SYSTEM“ EG-102, joonis A4270231P
- [6] Lexus tehase andmebaas „3GR-FSE ENGINE CONTROL SYSTEM“ EG-107, joonis A427001P
- [7] Lexus tehase andmebaas „3GR-FSE ENGINE CONTROL SYSTEM“ EG-127, joonis A427027P
- [8] Lexus tehase andmebaas „3GR-FSE ENGINE CONTROL SYSTEM“ EG-109, joonis A4270012P
- [9] Lexus tehase andmebaas „3GR-FSE ENGINE CONTROL SYSTEM“ EG-109, joonis A4270013P
- [10] Lexus tehase andmebaas „3GR-FSE IGNITION“ EG-183, joonis A4270226P
- [11] Lexus tehase andmebaas „3GR-FSE IGNITION“ EG-183, joonis A4270257P
- [12] Lexus tehase andmebaas „3GR-FSE FUEL“ EG-161, joonis A4270263P
- [13] Lexus tehase andmebaas „3GR-FSE ENGINE CONTROL SYSTEM“ EG-112, joonis A4270014P

- [14] Lexus tehase andmebaas „3GR-FSE ENGINE CONTROL SYSTEM“ EG-119, joonis A4270018P
- [15] Lexus tehase andmebaas „3GR-FSE ENGINE CONTROL SYSTEM“ EG-126, joonis A4270026P
- [16] Lexus tehase andmebaas „3GR-FSE ENGINE CONTROL SYSTEM“ EG-126, joonis A4270026P
- [17] Lexus tehase andmebaas „3GR-FSE ENGINE CONTROL SYSTEM“ EG-121, joonis A4270020P
- [18] Lexus tehase andmebaas „3GR-FSE ENGINE CONTROL SYSTEM“ EG-122, joonis A4270188P
- [19] Lexus tehase andmebaas „3GR-FSE ENGINE CONTROL SYSTEM“ EG-122, joonis A4270189P
- [20] Lexus tehase andmebaas „3GR-FSE ENGINE CONTROL SYSTEM“ EG-123, joonis A4270023P
- [21] Lexus tehase andmebaas „3GR-FSE ENGINE CONTROL SYSTEM“ EG-124, joonis A4270190P
- [22] Lexus tehase andmebaas „A960E AUTOMATIC TRANSMISSION“ TM-53, joonis A4270409P
- [23] A.J. Martyr ja M.A.Plint „Engine testing 4th edition“ lk. 135

LISAD

Lisa 1. Õpepstiendi juhtimispaneeli joonis



1. Näidikuplokk
2. Rikete box
3. Break-out box
4. Automaatkäigukasti juhtvalits
5. Akseleraator pedaal
6. OBD2 pistik
7. START/STOP lüüti
8. Piduri pedaali lüüti

Lisa 2. Laboratoorse töö näidisjuhend

Juhend

Töö eesmärk:

1. Praktiline tutvumine kaasaegse mootori juhtimissüsteemiga
2. Tutvuda, kuidas mootori ECU juhib elektroonilist süütesüsteemi ESA
3. Teadvustada, mille alusel ja miks juhitakse süüte ajastust
4. Teadvustada eelsüütenurga sõltuvust mootori koormusest ja pöörete arvust
5. Tutvuda ostsilloskoobi ja stroboskoobi tööpõhimõttega

Töövahendid:

1. Õpepeend sõiduauto Lexus baasil
2. Mõõtevahendid
3. Lexus tootja poolt koostatud juhendmaterjal

Töö käik:

1. Tutvuda tootja juhendiga
2. Tutvuda stendi ehitusega
3. Koostada mõõtmisprotokollid
4. Praktikumi aruandes esitada:

4.1 Selgitada, kuidas ja milliste parameetrite alusel muudetakse süütenurka.

4.2 Leida Lexus juhendmaterjalides maksimaalse ja minimaalse süüteajastuse karakteristikud, süüteajastuse kalkulasioon, süüteajastusele mõjuvad parameetrid.

4.3 Mõõta süüteajastust mõjutavaid G2 ja Ne signaale.

4.4 Mõõta iga 500 p/min järel mootori eelsüütenurka.

Saadud andmete põhjal koostada graafik, kuidas muutub signaal ja eelsüütenurk erineval koormusel.

4.5 Kuidas käitub elektrooniline süütesüsteem, kui tuvastab detonatsiooni ja mis parameetreid muudetakse.