

Simppeli hehkurele

Hehkurelettä käytetään dieselmoottoreissa ohjaamassa hehkutulppia. Hehkutulpilla hehkutetaan sylinterin ilmassa kuumaksi. Ilmassa tulee olla kuumaa, jotta diesel-polttoaine syttyy itsestään käynnistyksen yhteydessä. Hehkutusaika riippuu koneesta, koneenmallista, hehkutulppien tehosta ja ilman lämpötilasta. Hehkutulppien määrä koneessa on sama kuin sylinterien lukumäärä koneessa, eli jos esimerkiksi neljä sylinteriä niin neljä hehkutulppaa. Jokainen hehkutulppa kuluttaa energiaa hehkutuksen aikana, joten mitä enemmän on hehkutulppia, sitä suurempi hehkutusenergia kuluu hehkutuksen aikana. Ilmanlämpötilan laskiessa hehkutusaika tulee olla suurempi, jotta saavutetaan diesel-pottoaineen itsestään syttymislämpötila.

Hehkutusaikaa myöskin muuttaa koneen puristussuhde. Vanhemmissa koneissa, jossa on ohivirtausta hehkutusaikaa tulee pidentää, jotta kone starttaa paremmin. Hehkutusaikaa voidaan säätää kortilla olevilta DIP-kytkimiltä. Hehkutusaika on säädettävissä 3 - 30 sekunnin välille.

Liian pitkä hehkutus kuluttaa akun energiaa, joten lyhyillä matkoilla pitkä hehkutus rasittaa akkua ja heikentää sen kapasiteettiä. Pitkä hehkutusaika myös vaurioittaa pitkällä aikavälillä hehkutulppia, jolloin hehkutulppien käyttöikä lyhenee. Pahimmillaan pitkähehkutus katkaisee hehkutulpan.

Katkennut hehkutulppa voi mennä palotilaan, aiheuttaen konevaurion. PTC-tyyppinen hehkutulppa kestää pidemmän hehkutusajan, koska sen resistanssi nousee lämpötilan noustessa, joka kompensoi hehkutulpan tehoa, jolloin hehkutulppa ei ylikuumene. Hehkurele koostuu elektroniikka osasta sekä elektromekaanisestareleestä. Elektroniikka määrittelee hehkutusajan.

Elektromekaaninen rele kytkee virran akulta sulakkeen kautta hehkutulpille. Releen kontaktin kesto tulee määrittää hehkutusvirran mukaan, mitä suurempi määrä on tulppia, sitä suurempi on hehkutusvirta. Keskimäärin hehkutulppa ottaa noin 20 – 40 Ampeeria virtaa, joten hehkureleen tulee kestää kaikkien hehkutulppien yhteisvirta.

Hehkureleen elektroniikan toiminta

Kytkenä koostuu DIP-kytkimestä, jolla säädetään hehkutusaikaa. DIP-kytkin koostuu neljästä eri kytkimestä, jotka vievät virran neljälle eri vastukselle (R1 - R4). Tämä DIP-kytkin mahdollistaa 15:sta eri pituista hehkutus aikaa. Vastuksien jälkeen signaalit yhdistyvät ja jakautuvat NTC-vastukselle ja R5-vastukselle. NTC-vastuksen resistanssi muuttuu lämpötilan mukaan, joka muuttaa hehkutusaikaa säädetään lämpötilan mukaan.

R5-vastuksen ideana on stabiloida NTC-vastuksen toimintaa, joka rajoittaa NTC-vastuksen resistanssia kylmällä ilmalla. Näin rajoitetaan hehkutusaikaa kylmällä ilmalla. Kytkenässä on RC-piiri, vastuksina toimii (R1 - R5) vastukset.

Kondensaattorina toimii (C1) joka varataan (R1 - R5) vastuksilla.

Kondensaattorin (C1) varaus puretaan (D1) diodin kautta, kondensaattorin (C1) jäännösvaraus puretaan vastuksen (R6) kautta, jolloin kondensaattori tyhjäntyy täysin. Kondensaattorin (C1) jännite ohjaa (Q1) transistoria. Transistori (Q1) lähtee johtamaan, kun (C1) kondensaattorin jännite ylittää 2.5 voltia. Transistorin (Q1) nielu ohjaa transistorin (Q2) hilaa, jolloin kytkentä tekee signaalikäynnön eli invertoi signalin. Vastus (R7) toimii ylösvetovastuksena, joka nostaa transistori (Q1) nielujännitteen ylös, kun transistori (Q1) ei johda, jolloin transistori (Q2) saa hilallleen käyttöjännitteen, joka saa transistorin (Q2) johtamaan ja hehkureleen vetämään. Diodi (D2) toimii transistorin (Q2) suojadiodina.

Toiminta

Virtalukolta kortille kytketyt jännitteet syöttävät jännitettä "run" asennossa, kun virtalukko käännetään "run" asentoon kytkennässä transistori (Q2) alkaa johtaa, jolloin hehkurele vetää, jolloin hehkutulpat kuumenevat. Ajanfunktiona kondensaattorin (C1) jännite nousee yli 2.5 Voltin, alkaa transistori (Q1) johtamaan ja transistori (Q2) menettää hilaohjauksen, jolloin transistori lopettaa johtamisen. Tästä seuraa releen kärkien vapautuminen eli hehkurele lopettaa vetämisen. Samalla loppuu hehkutulppien kuumeneminen, hehkutus päättyy.

Laitteen rakentaminen

Rakentaminen aloitetaan piirilevystä, johon tarvitaan valotuskalvo, valmis valoherkkä piirilevy, lipeää 7promillen seos, ferrikloridia (tai muuta syövytys nestettä). Piirilevyn kuparikuva löytyy tästä samasta dokumentista, tulosta se lasertulostimella kalvolle, **tulostettu puoli** tulee kuparia vasten jolloin vedot tulevat oikein. Piirilevyä valotetaan, riippuen laitteistosta 300s-600s. Valotuksen jälkeen piirilevy laitetaan lipeään (7promillea), hetken kuluttua alkaa piirilevylle muodostua piirilevyn kuvat. Piirilevyn lakanpoistovaihe on valmis silloin, kun piirilevyn pohja on kuparin värinen ja pinnalla näkyy selvästi "kuparivedot". Sen jälkeen pese piirilevy lämpösellä vedellä ja laita syövytysaltaaseen (ferrikloridi tai vastaava). Piirilevy on valmis, kun piirilevylle on jäänyt kuparivedot ja vetojen väleistä on syöpynyt kupari pois. Sitten ota piirilevy pois syövytysaltaasta ja pese piirilevy vedellä, jonka jälkeen levitä piirilevylle alkoholia tai vastaavaa puhdistusainetta, jolla saat vetojen päällä olevan valoherkän lakan poistettua. Lakan voi myös poistaa teräsvillalla jos ei satu puhdistusainetta olemaan hyllyssä. Sitten juoteaktiivista lakkaa suihkutetaan piirilevyn pinnalle (Kontakt Chemie sk10). Anna kuivua noin tunnin jonka jälkeen poraa piirilevylle tarvittavat reiät 0,9 - 1,3mm terällä. Liittimet voivat tarvita leveämmän porareian (1,3 - 1,5mm), joten pienempää terää käyttäessä poraa tulee hieman heilutella sivusuuntaan.

Osien juottaminen piirilevyllä

Osia juottaessa tulee huomata, että helpommin hajoavat komponentit ovat MOS-FETit ja diodit joten niitä ei pidä ylikuumentaa yli 175asteeseen. Komponentteja kannattaa jäähdyttää esimerkiksi märällä liinalla, jos tuntuu, että komponentit kuumenevat liikaa. Oikea juotoslämpötila on lyijytinalla noin 370 OC ja hopeatinalla noin 320 - 350 OC. Maksimi juotosaika on puolijohteilla noin 7sekunttia per nasta. Komponenttien sijoittelu kannattaa aloittaa seuraavasti: Ensin asennetaan NTC-vastus ja kondensaattori ja juotetaan samalla kummaltakin reunalta tarvittavat nastat kiinni. NTC-vastuksen asennuksessa tulee olla varovainen sen hauraiden jalkojen takia. Sen jälkeen asennetaan levyllä diodit, vastukset ja liittimet. Edellä mainitut komponentit kannatta tässä vaiheessa juottaa paikoilleen. Diodien suunta kannattaa kuitenkin varmistaa ennen sen paikoilleen juottamista. Lopuksi kannattaa juottaa DIP-kytkin, MOS-FETit ja riviliittimet. Myös MOS-FETtien suunta kannattaa varmistaa ennen paikalleen juottamista. Piirilevyn kuvassa olevien MOS-FETtien viivoitettu alue kertoo komponentin suunnan, eli takareunan(etureunassa teksti). DIP-kytkimen juottamisessa tulee varoa komponentin kuumenemista, ettei komponentti sula.

Juottamisen jälkeen tulee tarkistaa joka juotos, ettei niihin ole jäänyt halkeamia tai tinasiltoja. Varsinkin MOS-FETtien ja DIP-kytkimen pinnit voivat mennä helpolla juottamalla yhteen, eli

oikosulkuun. Rakentamisen vaikein osuus on releen johdotus, sillä jokaisen liitoksen tulee olla kunnossa, ettei tule ylimenoresistanssia joka kuumentaa liitoksia ja heikentää hehkutulppien hehkutustehoja.

Asentaminen

Kotelo sijoitetaan auton konetilan takaosaan, taikka lokarien päälle. Koteloa ei kannata asentaa koneen päälle tai muuhun tärisevään paikkaan. Koteloa ei saa asentaa roikkumaan johdoistaan.

Kortti tarvitse kaksi johdinta toimiakseen, maan ja 12V (hot when run) virtalukolta. Kortilta lähtee myös kaksi johdinta elektromekaaniselle tehoreleelle. Tehoreleelle tuodaan akulta oma paksuhko 12 Voltin johto sulakkeen kautta. Releeltä lähtee hehkutulpille syöttöjohto, kummatkin johtimet tulee olla pinta-alaltaan paksuja, kaapelin paksuus riippuu hehkujen lukumäärästä. Mittaritauluun voi laittaa hehkuvalon, joka kertoo hehkutuksen olevan käynnissä. Hehkulamppu kytketään releen vetokäähin kanssa rinnakkain, joten kun rele vetää, lamppu palaa.

Kotelointi

Piirilevy tulee koteloida minimissään 35mm x 55mm kokoiseen koteloon. Kortin johdotus kannattaa tehdä siten, että poraa kotelon kylkeen reijän, johon laittaa vedonpoistajan ja pujottaa johdot siitä ulos. Kotelon saumat kannattaa tiivistää sikafleksillä tai jollain vastaavalla saumausaineella, jolloin vedenpääsy koteloon estyy. Kotelossa oleva johdonreikä tulee myös tiivistää.

Käyttökokemukset

Näitä hehkureleyksiköitä on ollut asennettuna kahdessa autossa. Toinen oli 4-mäntäinen Diesel ja toinen V8 6.2Diesel. 4-mäntäisessä Dieselissä käytettiin yhtä 100 Ampeerin relettä ja 8-sylinterisessä käytettiin kahta 100 Ampeerin relettä. V8 moottoritilassa sähköt tuotiin erikseen kummaltakin akulta vasemmalle ja oikealle puolelle lohkoa. Yksi rele antaa neljälle hehkutulpalle virran, vasen rele ohjaa lohkon vasemmanpuolen hehkuja ja oikea rele ohjaa oikeanpuolen hehkuja. Testissä olevilla koneilla tekniikkaa on kokeiltu pakkasella ja hehkutus on riittänyt hyvin -20 asteen pakkasiin. DIP-kytkimillä saa mukavasti haettua hehkutusajan optimiin, jolloin kone lähtee kaikilla pytyillä käyntiin. Monesti Diesel-koneet kärsivät heikosta hehkutusajasta, varsinkin kun kone on lämmin, tämä kortti poistaa tuon ongelman täysin.

V8 koneessa oli ongelmana kuumana huono käynnistyvyys ja taas kylmällä ilmalla se ei käynyt kaikilla heti startin jälkeen. Alkuperäinen rele ei antanut tarpeeksi pitkää hehkutusaikaa kuumalle koneelle ja konetta joutui sahaamaan todella pitkään. Kortin ja releiden asennuksen jälkeen ajettiin kone kuumaksi ja kokeiltiin miten kortti reagoi. Kone lähti laakista käyntiin, kuten sen pitäisikin.

Hehkujen tehonkulutus on suuri, joten asensimme 20mm² johdot kaikille hehkutulpille. Mittasimme hehkutulpan jännitteen ensin alkuperäisellä johdotuksella ja releellä, jännite oli

hehkutuksen aikana keskimäärin 10,3V. Uusimme kaikki hehkutulppien johdot ja rakensimme tublareleet. Hehkutulpan jännitteeksi mitattiin rempan jälkeen 11.7Voltia, joka oli noin 0.2Voltia pienempi kuin sen hetkinen akunjännite. Samalla kun vaihdettiin johdotus niin saatiin hehkutulpille suurempi jännite, kun johdoissa ja liitoksissa tapahtuu vähemmän häviöitä, tästä aiheutuu suurempi hehkutusteho ja hehkutulpan lämpötilan nousu >>parempi käynnistyvyys.

Yhteenveto

Laitteen elektroniikka on yksinkertainen ja hyvä, eikä komponentit hajoa kovinkaan helposti. Elektroniikka puoli ei kaipaa huoltoa, mutta releen kärjet on syytä tarkistaa ainakin viiden vuoden välein. Elektroniikan perimmäinen idea on saada säädettävä hehkutusaika, jolloin kone saadaan käynnistymään lyhyemmällä starttiajalla. Mikäli tavallisella releellä on ongelmia koneen käynnistyksessä (kylmällä ilmalla puristuslämpötilä on usein niin pieni, ettei Diesel itsestään syty, joten kone ei käynnisty kaikilla pytyillä) kannattaa silloin rakentaa tällainen säädettävä hehkurele. Täytyy muistaa ettei tämä kortti korvaa viallisia hehkutulppia tai heikkoa akustoa, vaan tulpat ja akut tulee olla kunnossa.

Komponenttilista

Vastukset 1/4W

R1 100k

R2 220k

R3 150k

R4 100k

R5 470k

R6 1M

R7 2.2k

NTC 100k

Poranterän koko, porauksessa

Ø0,9mm

Ø0,9mm

Ø0,9mm

Ø0,9mm

Ø0,9mm

Ø0,9mm

Ø0,9mm

Ø0,9mm

Kondensaattorit

C1 470uF/25V – 63V

Ø0,9mm

Puolijohteet

D1, D2 1N4007 tai BY133

Ø0,9mm

Q1 IRF540

Ø0,9mm

Q2 IRLS530

Ø0,9mm – 1,0mm

Muut:

DIP-kytkin SW-DIP4, 1kpl

Ø0,9mm

Riviliitin 2 napainen rasteri 5,08mm, 2kpl

Ø1,3mm

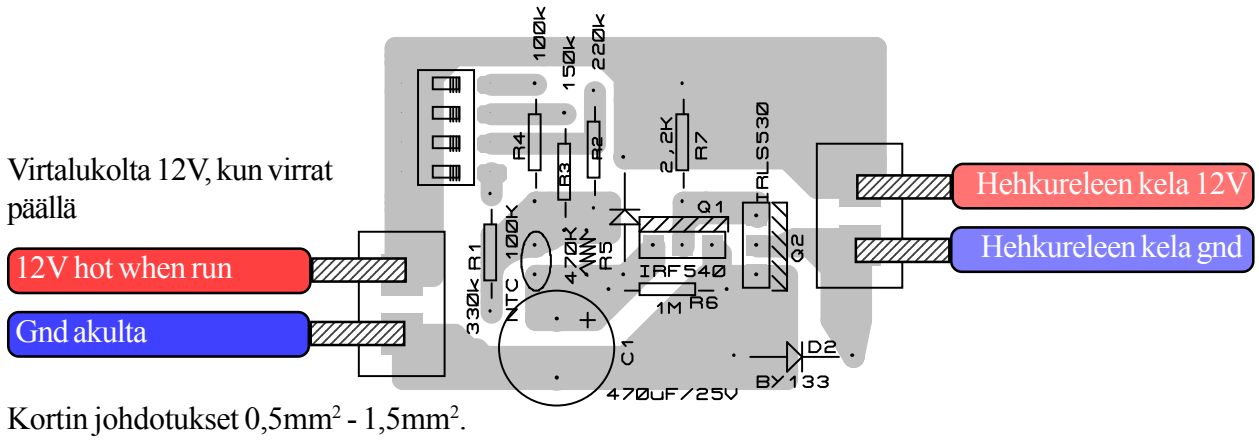
Muovikotelo, suositeltavaa koko on 72 x 50 x 35 mm, 1kpl

0,5mm² - 1,5mm² parijohdinta, sähkön syöttöön kortille

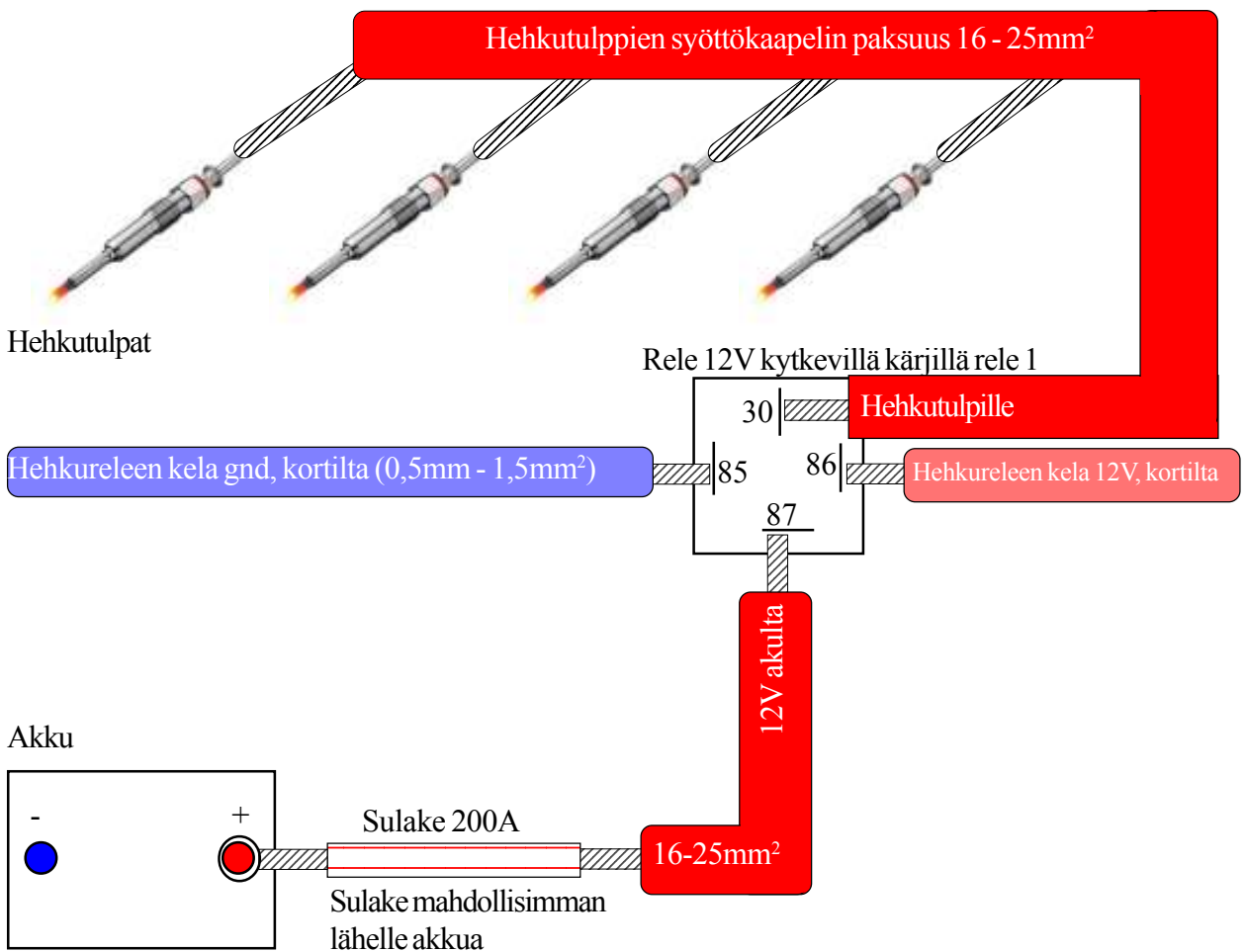
Hehkureleen kärkivirroille 16-25mm²

Hehkujensulake 100A-200A Riippuen hehkuista

Johtojen paikat piirikortilla



Hehkureleen ja hehkutulppien kytkentä



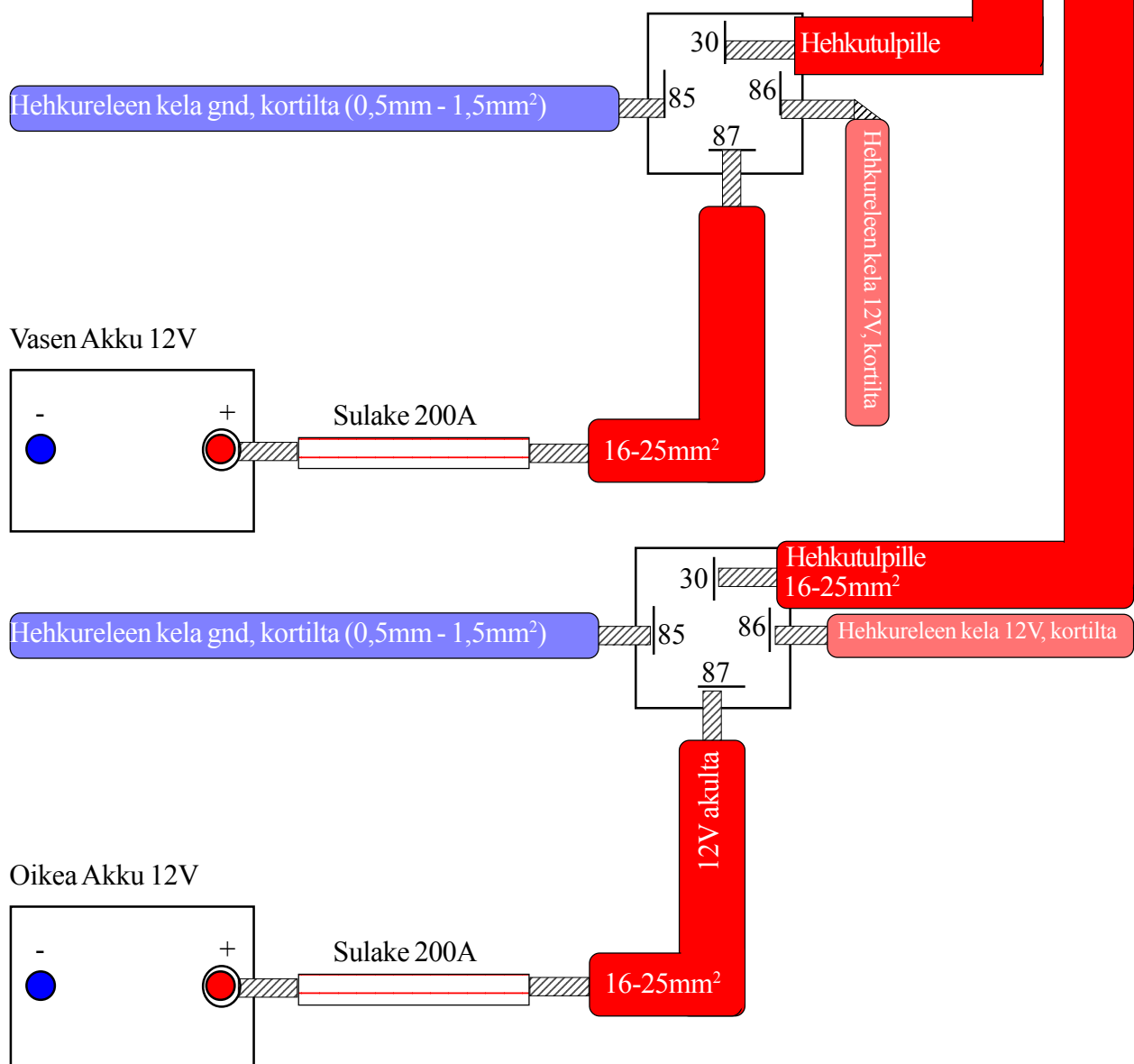
Asennus V8 dieseliin

Hehkutulppien syöttökaapelin paksuus 16 - 25mm²

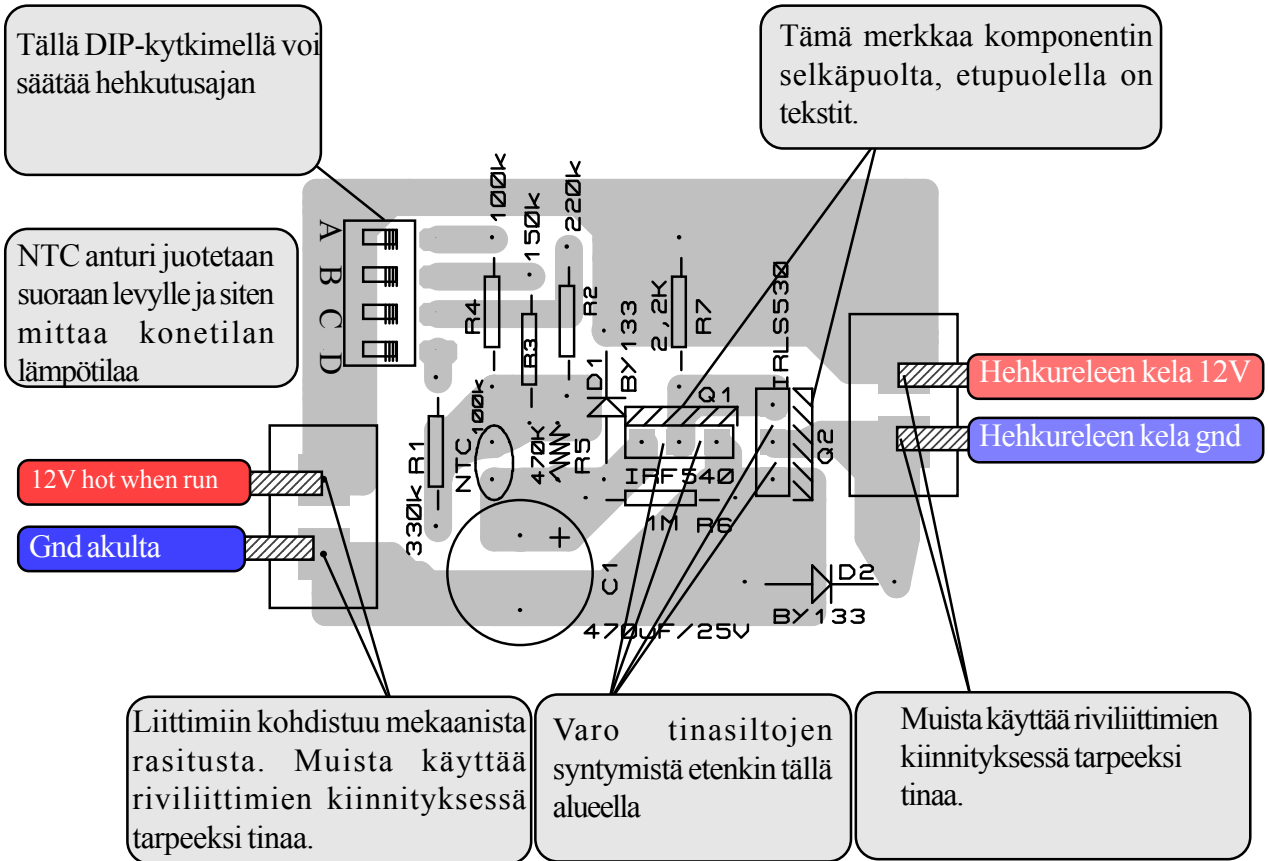
Oikean lohkon
Hehkutulpat

Hehkutulppien syöttökaapelin paksuus 16 - 25mm²

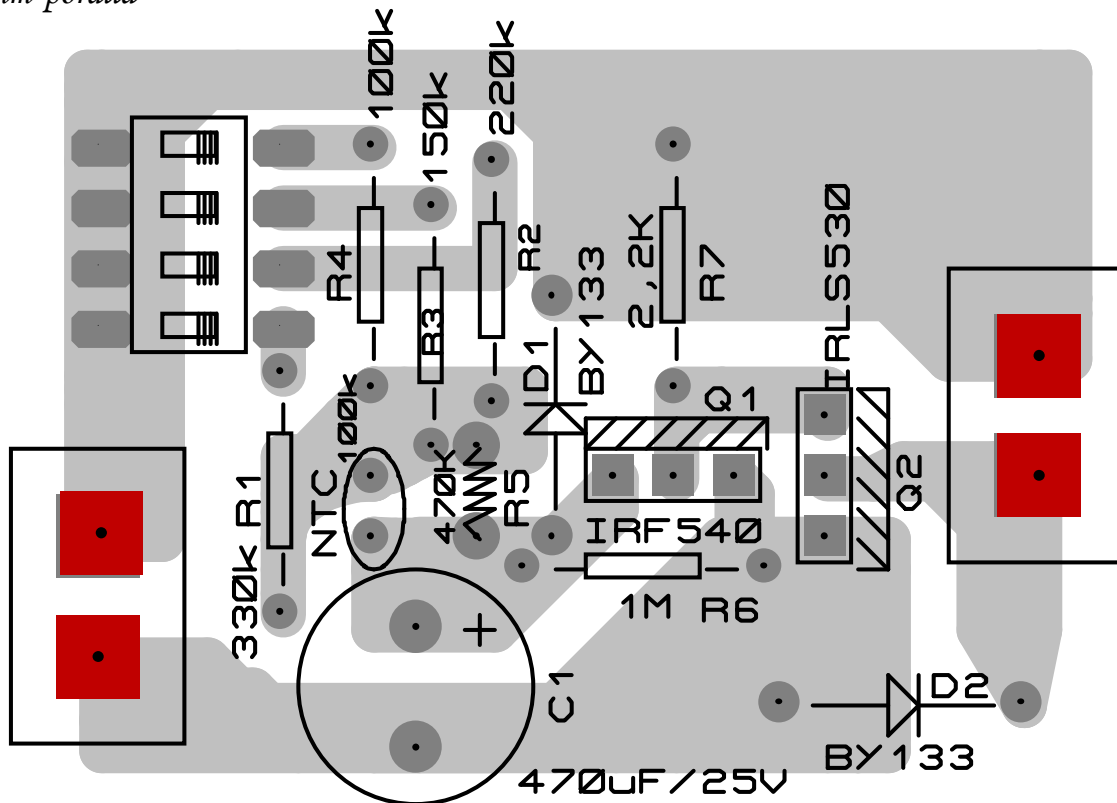
Vasemman lohkon Hehkutulpat



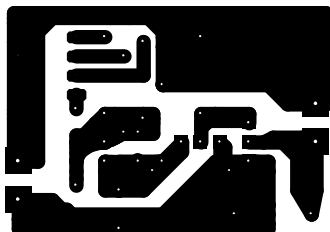
Piirilevyn komponenttisijoittelu ja komponenttien suunta. HUOM! Zoomattu kuva.



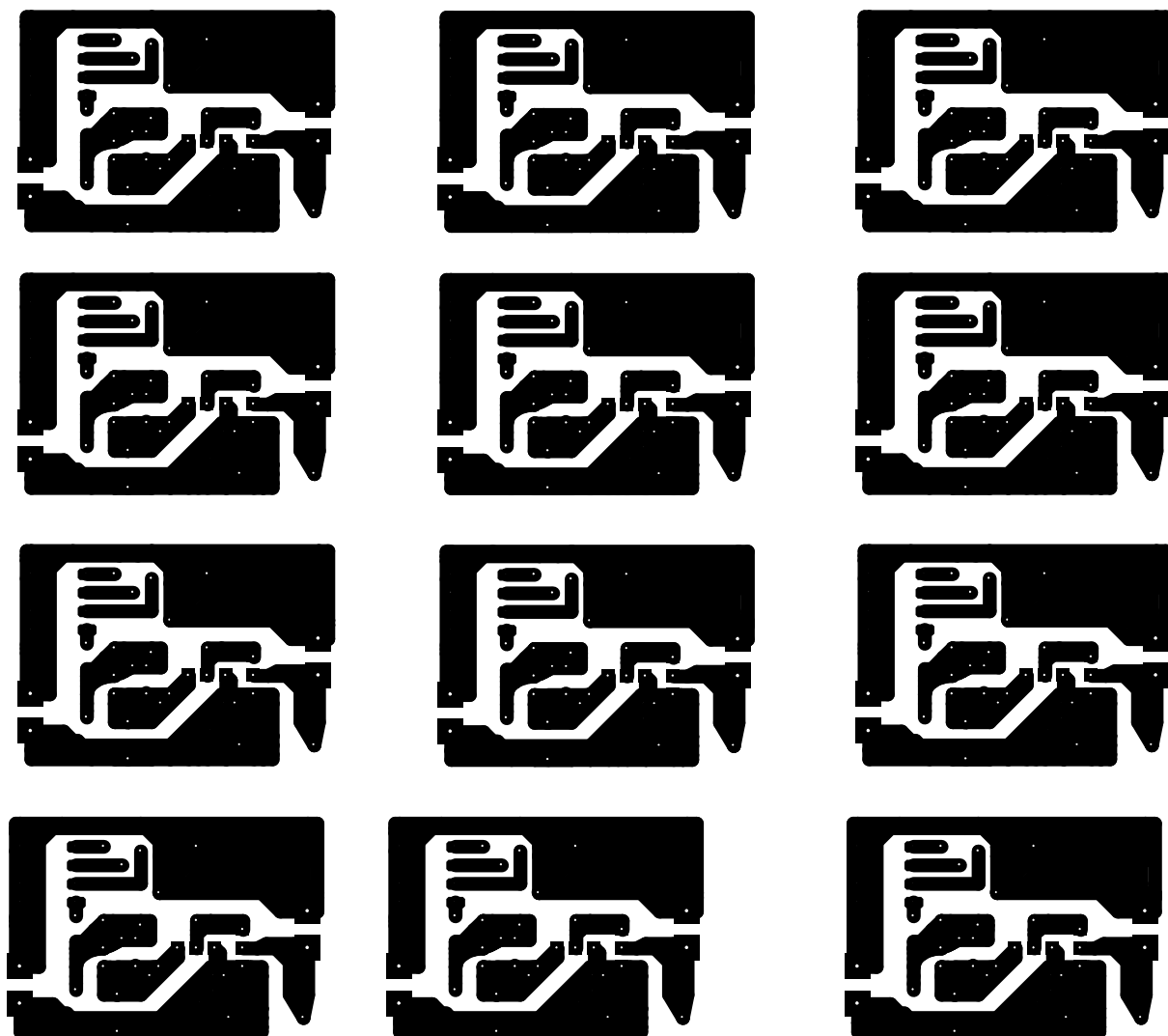
Piirilevyn komponenttisijoittelu ja porareikien kaikki kohdat 0,9mm paitsi punaiset kohdat 1,3mm poralla



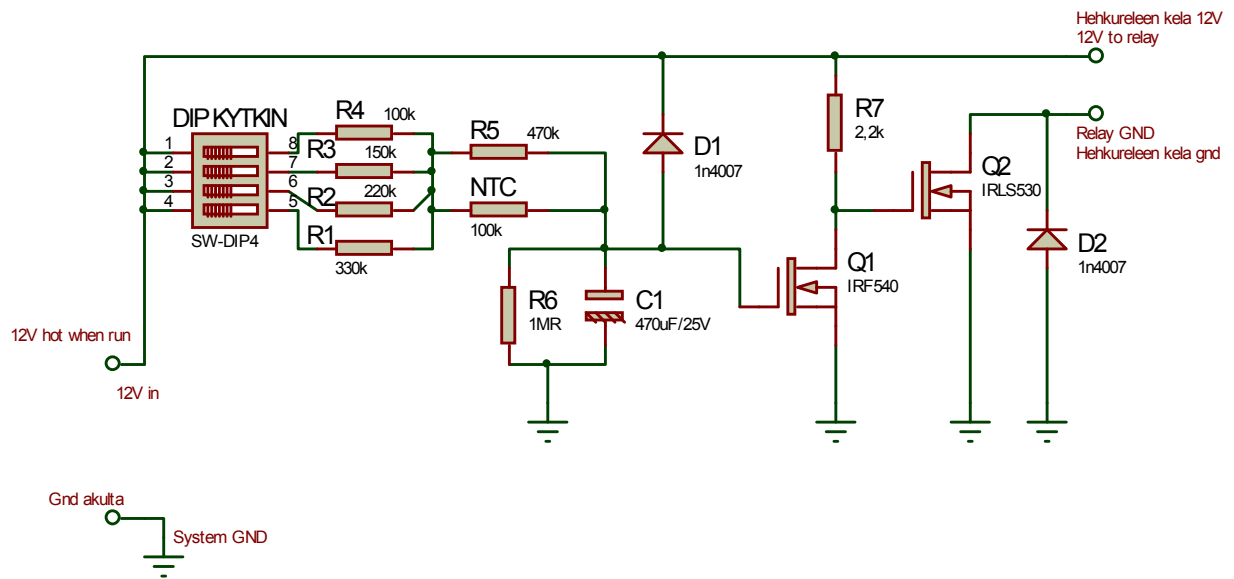
Syövytyskuva. Huom kalvon tulostettu puoli kuparia vasten.



Kuparipuoli usealla levyllä, 12kpl

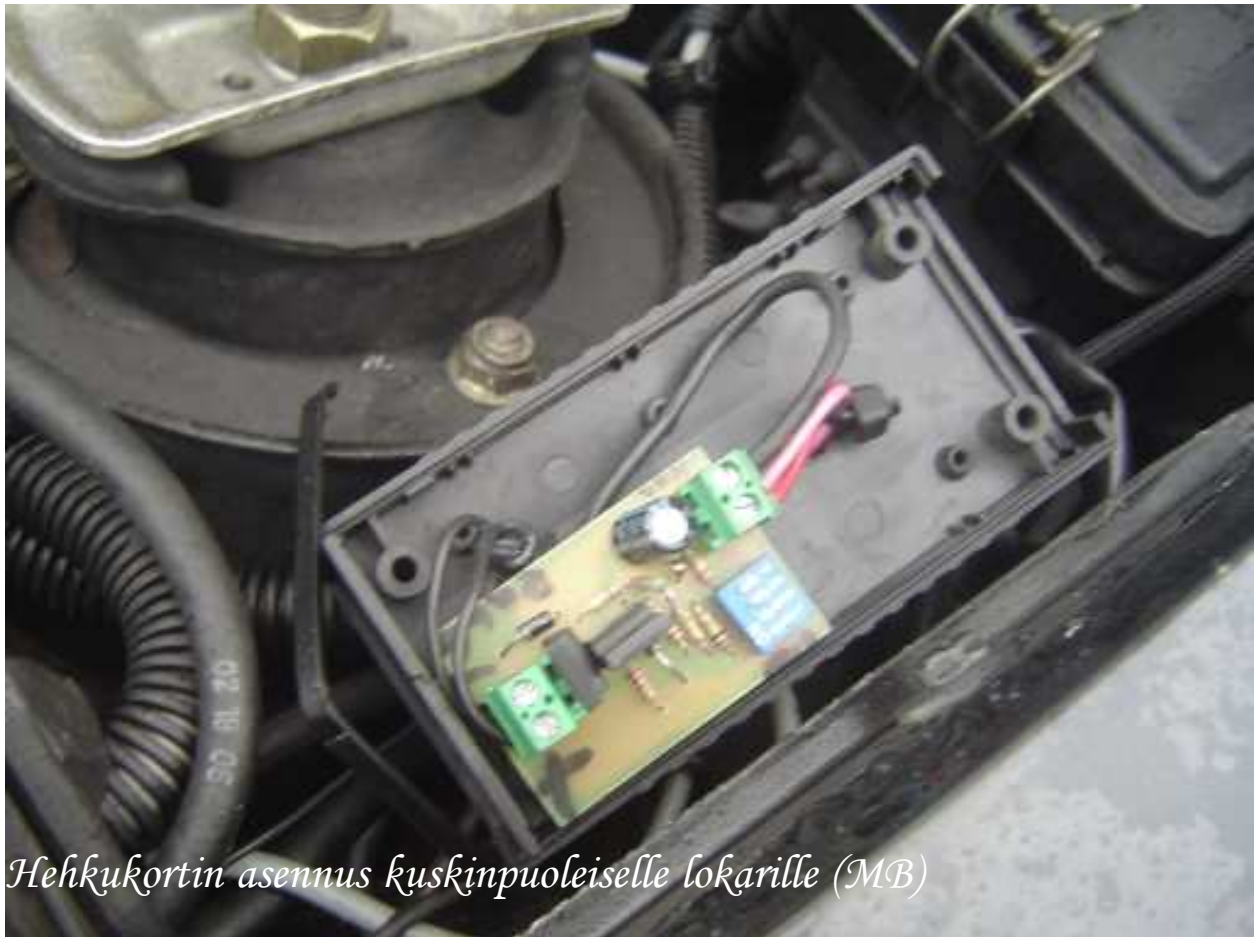


KytKentäkaavio





Hehkukortin asennus kuskinpuoleiselle lokarille (MB)



Hehkukortin asennus kuskinpuoleiselle lokarille (MB)



Hehkukortin kotelointi ja tiivistys (MB)



Releen johdotus, joka siis ohjaa hehkutulppia



Hehkureleen johdotus, liitokset tulee olla puhtaita

Kortin suunnittelu Mikko Esala

Tekninen ideointi Mikko Esala & Jani Moilanen

Tekstit Mikko Esala & Nico Rikström

Hehkukortin asentaminen Mersuun Jani Moilanen

Hehkukortin asentaminen V8 6.2Dieseliin Make

Elektroniikan testaus ja tekninen asennus Mikko Esala & Jani Moilanen

Capriceman@kolumbus.fi

MSN Messenger: Capriceman@kolumbus.fi

Päivitetty 21.7.2008, Tekstissä virheitä, palautetta tarvitaan, sitä voi antaa joko sähköpostilla tai vaikka mesellä...