



Tehtävä:

Tehtävänä oli mitata ultrakevytlentokoneen OHU-483 nelisylinterisen Rotax-moottorin sytytysajoitus. Moottorissa oli ongelmana taipumus voimakkaisiin vastapotkuihin käynnistyksen yhteydessä. Epäily oli että sytytysjärjestelmä ei toimi oikein.

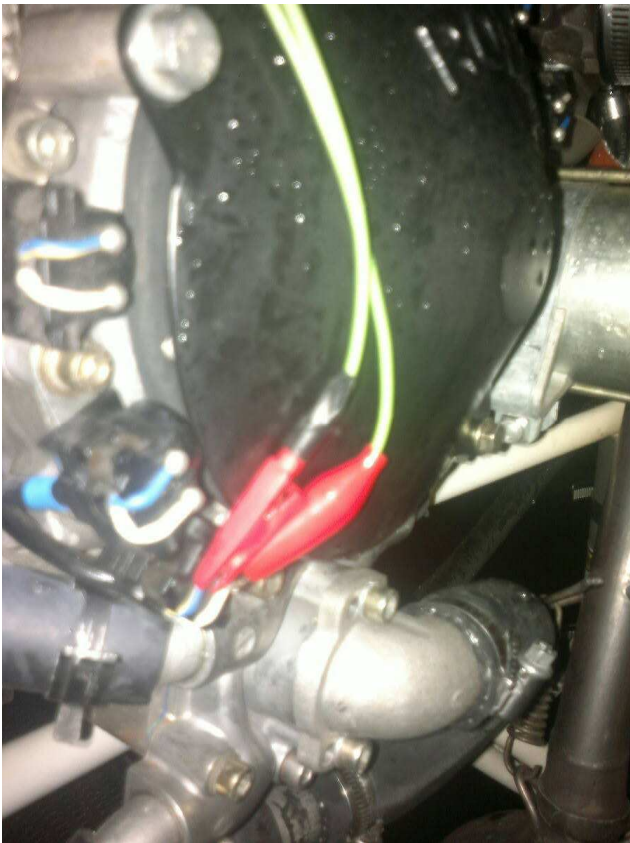
Teoriaa:

Tässä Rotax-moottorissa käytetään kapasitiivista kärjetöntä sytytysjärjestelmää (Capacitor discharge ignition, CDI) ilman virranjakajaa. Tällaisessa sytytysjärjestelmässä saadaan magnetosta virtapulssi jossa sähköenergiaa tasasuunnataan ja varastoidaan kondensaattoriin. Kondensaattori puretaan muuntajan kautta hyvin nopesti tyristorin avulla tarkalleen haluttuna sytytyshetkenä. Kulkiessaan muuntajan läpi (sytytys puola) energia siirtyy toisio puolelle. Jännite moninkertaistuu ensiön ja toisio kierrossuhdetta vastaavalla määrällä ja purkautuu sytytystulpan kautta. Virranjakajattomassa sytytyksessä hyödynnetään sytytyskipinä vain joka toisella kierroksella. Tästä ei ole haittaa koska CDI pystyy latautumaan seuraavaa kipinää varten jo muutamassa millisekunnissa. Myöskään ylimääräisestä kipinästä ei ole haittaa koska se osuu poistotahdin loppuun.

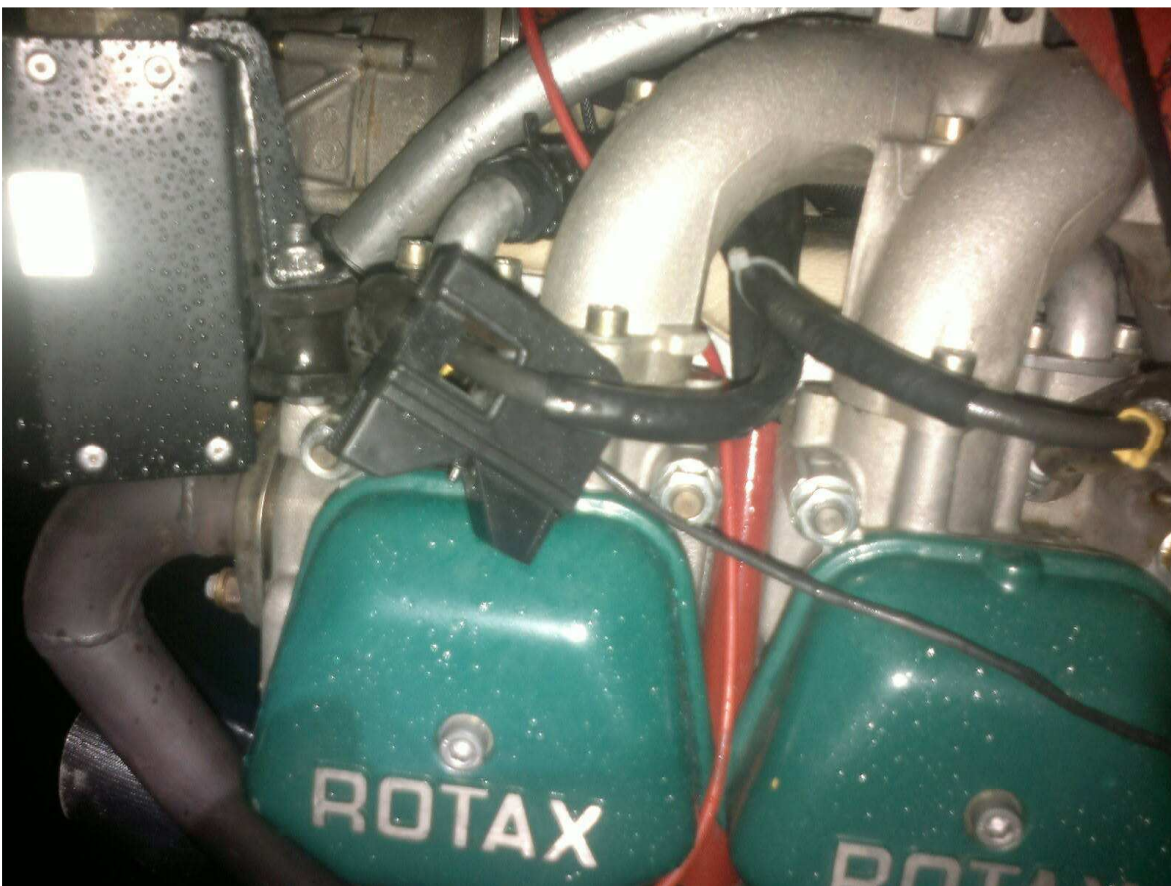
Mittausjärjestely:

Mittaus suoritettiin siten että sytytysjärjestelmän toimintaa ei häiritä mitenkään, ts. järjestelyn tuli olla sellainen että mittapiirit ei kuormita sytytyspiiriä. Sytytysajankohta mitattiin triggerikelalta kelluvalla kytkennällä suuri-impedanssisesti oskilloskoopin 1:10 vaimentavalla mittapäällä (kuva 1.). Triggeripiirin impedanssi on luokkaa satoja ohmeja ja mittapään arvo on noin Megaohmi jolloin saadaan olematon kuormitus. Triggeripiiri on rakenteeltaan virtasilmukka hyvän häiriösietoisuuden saavuttamiseksi jolloin myöskään mittajohtojen hajakapasitanssilla ei ole vaikutusta.

Kipinän palohetki mitattiin virtamuuntajalla sytytysjohdosta jolloin vältettiin galvaaninen kontakti suurjännitteisiin johtimiin ja minimoitiin häiriö ja kuormitus suurjännitepiiriin. Samalla saatiin aikaan kelluva mittaus. Virtamuuntaja oli samanlainen mitä käytetään esim. stroboskoopilampuissa joita käytetään summittaiseen sytytyshetken määrittämiseen (kuva 2.). Mittaus tehtiin käyttäen yhtä sytytysjärjestelmää kerrallaan. Molemmat järjestelmät toimivat identtisesti.



Kuva 1. Triggerkela ja mittausjohdot



Kuva 2. Sytytysjohto ja virtamuuntaja

Mittaus:

Mittaustulos näkyy kuvasta 3.



Kuva 3. Oskilloskooppikuva käynnistyshetkestä.

Sininen käyrä on jännite triggerikelalta. Käyrässä näkyy negatiivinen pulssi ajoituslevyn etureunasta ja positiivinen pulssi levyn takareunasta. Pulssi on reilu, yli 10 Vpp. Keltainen käyrä kuvaa sytytysjohdon virtaa. Absoluuttista arvoa ei tiedetä koska virtamuuntajan muuntosuhde ei ole tiedossa. Absoluuttinen virta ei ole tässä mittauksessa relevantti koska meitä kiinnostaa vain se että milloin piirissä kulkee virtaa eli milloin kipinä palaa. Mittauksesta nähdään että pulssien väli on noin 7 jako-osaa. Kun ruutu vastaa ajassa 100ms niin yhteen kierrokseen kuluu 140ms. Tästä seuraa se että moottori saavuttaa noin 430 r/min nopeuden jo ensimmäisen kierroksen aikana ja pysyy sen jälkeen tasaisena. Mittauksesta selviää myös välittömästi syy takapotkuihin. Järjestelmä antaa virheellisesti kipinän jo ajoituslevyn etureunalla. Oikein toimiva sytytysjärjestelmä siirtää ajoituksen etureunalle vasta kierrosten kasvaessa niin suureksi että aikaisempi ennakko on tarpeen. Lisäksi ajoituslevyn takareunalla tulee toinen kipinä oikeaan aikaan. CDI-sytytysjärjestelmä on niin nopea että se pystyy antamaan uuden kipinän jo ajoituslevyn takareunalle saavuttaessa. Ajoituslevyn mekaaninen ajoitus on tarkistettu suhteessa männän liikkeeseen joka oli oikea. Ajoituslevyn etureuna oli yli 20 astetta ennakkoa ja takareuna noin 5 astetta jälkeen ykk. Asteluvut ei ole kovin tarkkoja mutta olivat selvästi järkevällä kohdalla. Myöskin kampiakselin mahdollinen väljyys ajoituslevyyn on käytännössä poissuljettu.

Päätelmä:

Ongelma aiheutuu sytytysjärjestelmän virheellisestä toiminnasta. Toiminta on aivan kuin ennakko olisi ”jumiutunut” päälle. Sytytysyksikössä on jonkinlainen kierrosnopeuden tunnistus joka ei toimi tai jokin muu vika. Itse vian korjaaminen vaatii tarkempaa tietoa sytytysyksikön sisäisestä toiminnasta.



Kuva 4. Lähikuva triggeripulssista ja sytytyspulssista

Lisätietoja voi kysellä:

Lauri Meriö
ElektroPro Oy
045-260 7200
lauri@elektropro.fi