

# Effektmätningar och vikten av bredbandig kalibrering



*Dagens kraftprodukter kräver 2 MHz mätbandbredd*



## Av Scott Miller, N4L

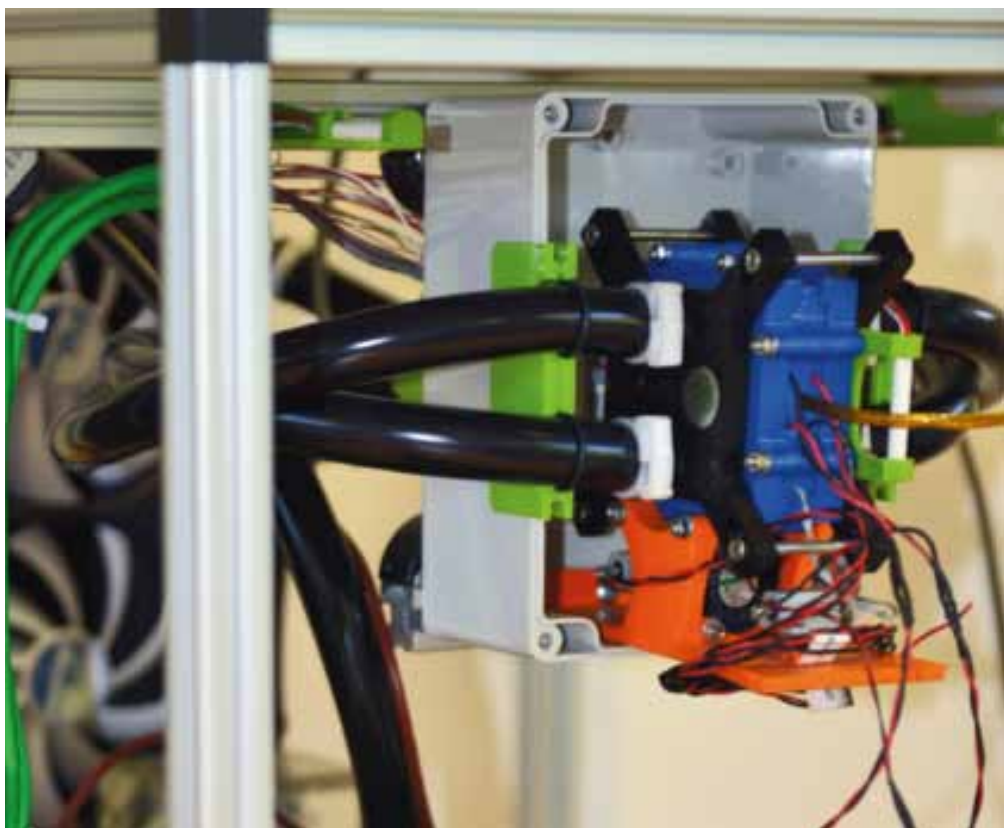
Scott Miller anställdes av det brittiska flygvapnet år 2004 och utbildade sig till elektronikingenjör med inriktning på flyg och rymdfart. Han arbetade i första hand med helikoptrar av typen Augusta Westland Merlin HC3. År 2011 började han på N4L som applikationsingenjör och gick därefter över till försäljning. År 2014 utnämndes han till internationell säljchef.

N4L:s labb är ackrediterat enligt ISO17025 (UKAS lab 7949).

**D**en ständigt ökande komplexiteten i kraftelektroniken i kombination med kravet på sänkt effektförbrukning i slutprodukterna gör att utvecklarna behöver mätinstrument med bättre noggrannhet. Det handlar inte om att utvecklarna är mer ifrågasättande än tidigare utan är ett resultat av att kraftaggregaten använder ett allt större spektrum av frekvenskomponenter för att förbättra verkningsgraden.

Om vi betraktar utsignalerna från en motorstyrning med pulsbreddsmodulering kommer det att finnas en mängd harmoniska övertoner på både spänningen och strömmen. För att noggrant kunna karakterisera motors effektförbrukning är det viktigt att analysatorn kan mäta effektförbrukningen och effektiviteten över hela det frekvensspektrum som används. Man bör fundera på noggrannheten i frekvensen hos motorn liksom frekvensen i kraftomvandlaren (plus alla övertoner från omvandlaren).

**I TAKT MED ATT PRODUKTERNA** blir allt energieffektivare måste även mätinstrumenten som används för att mäta förbättringarna ha högre noggrannhet. För att möta behovet har allt fler instrumenttillverkare engagerat sig i en kapplöpning i specifikationerna som snarare förvirrar än hjälper



N4L:s ISO17025-ackrediterade kalorimeter.



**”I takt med att produkterna blir allt energieffektivare måste även mätinstrumenten som används för att mäta förbättringarna ha högre noggrannhet”**



Systemkalibrering.

användarna. Det kan till och med vara svårt att på ett vettigt sätt jämföra två olika instrument.

**ETT ALLT POPULÄRARE ANGREPPSSÄTT** är att följa talesättet: ”Du ska lita på det som är bevisat och inte det som påstås”. Det finns mycket att säga om detta eftersom bevis är mycket mer tilltalande än ett påstående i ett marknadsföringsmaterial. Men utan förståelse av av tekniken och underliggande data finns risken att gå från problemet med förvirrande produktspecifikationer till en förvirrande definition av en meningsfull kalibrering.

Det är viktigt att inte glömma bort noggrannheten i fasvinkeln och vad den betyder. Det bör stå klart för läsaren att effektförbrukningen i hög grad beror på effektfaktorn hos signalen. Det är därför viktigt att inte bara amplituden i spänningen och strömmen mäts noggrant utan också att felet i fasen mellan kanalerna är så liten som möjligt för att mätningen ska ge fasförskjutningen i signalen och inte i instrumentet. Det är värt att notera att vid låga effektfaktorer är fasfelet det mest dominerade av felkällorna och inte felet i spänningen eller strömmen. Om man gör sig en bild av vektorerna för  $W$  och  $VAR$  (fas och kvadratur) när

$VAR$  är stor och  $W$  är liten (låg effektfaktor) påverkas storleken på effektvektorn kraftigt av instrumentets förmåga att mäta fas-skiftet noggrant.

**DET ÄR SPECIELLT VIKTIGT** när man mäter på komponenter som transformatorer, obelastade motorer och switchade nätaggregat i i standbyläge som alla har låga effektfaktorer. Vid test av transformatorer ligger fokus för noggrannhet primärt runt 50/60 Hz medan analysen av förlusterna i en motorstyrning, magnetiska filter och switchade kraftaggregat kan sträcka sig upp i kHz- och till och med MHz-området. ▶



Med hänsyn till detta har N4L utvecklat ett unikt kalorimetriskt kalibreringssystem för att verifiera mätningarna av bredbandiga effektsignaler i företagets effektanalysatorer. Detta gör det möjligt för N4L att kalibrera sina effektinstrument med upp till 2 MHz bandbredd enligt ISO17025. Det mest imponerande med systemet är att det har en osäkerhet i mätningarna på 0,28 procent (CMC) vid 2 MHz.

**HITTILLS HAR TILLVERKARE** av effektanalysatorer bara klarat av att kalibrera upp till 100 kHz enligt ISO17025. Det nya systemet garanterar att effektmätningarna är korrekta även högre upp i frekvens vilket är särskilt viktigt för tillämpningar med mycket brus eller när de innehåller effektkomponenter med höga frekvenser som kraftomvandlare med switchade topologier.

**”På senare tid har vi sett ett ökande intresse för systemkalibrering”**

N4L är den enda instrumenttillverkaren som kan erbjuda kalorimetrisk validering av både nya och äldre effektanalysatorer.

Kalorimetern baseras inte på temperaturförändringar som behöver lång tid för att stabiliseras vilket är den vanligaste metoden. Istället analyseras den effekt som behövs för att stabilisera temperaturen i ett slutet system. Temperaturen i det vätskekylda systemet hålls stabil med Peltier-element tillsammans med ett antal temperatursensorer. Återkopplingen sker till ett neuralt nät som styr temperaturen. Lasten

består av en resistiv matris placerad i den temperaturkontrollerade kammaren.

Systemet har utvecklats i samarbete med universitet i Oxford.

**PÅ SENARE TID** har vi sett ett ökande intresse för systemkalibrering. Det är en process där man kalibrerar en analysator i kombination med en strömtransformator som exempelvis LEM IT 1000-S. N4L tillverkar gränssnittsenheter som gör det enkelt att koppla ihop strömtransformatorn med effektanalysatorn samtidigt som den kommer med i kalibreringen.

Det här tillvalet är populärt i fordonsindustrin där det är vanligt med strömmar över 500 Arms. Fördelen med lösningen är att man får en enda tillförlitlig siffra för felet i effektanalysator, gränssnitt och sensor.

**DEN TYPISKA NOGGRANNHETEN** som går att uppnå framgår av tabell 1 och har hämtats från ett färskt kalibreringscertifikat.

Med en osäkerhet i kalibreringen på 0,009 procent kan kunderna dra nytta av N4L:s höga mätnoggrannhet i det IOS17025-certifierade labbet. Lösningen minskar arbetet för kunderna i och med att beräkningen av osäkerheten i mätningarna avsevärt förenklas. ■

Pålagd signal	Område	Fas 1 Uppmätt	Deviation (%)	Specificerad	Osäkerhet
55 Hz	320,00 A	7	319,99 A	0,00 %	0,06 %
400 Hz	320,00 A	7	320,00 A	0,00 %	0,06 %
850 Hz	320,00 A	7	320,03 A	0,01 %	0,06 %

Tabell 1.