

Erfassung der Oberschwingungen in Stromversorgungssystemen von Flugzeugen nach der Norm EUROCAE ED-14D

Die grundlegende Norm bezüglich der Leistungsmessung in den Avionik-Anwendungen heißt EUROCAE ED-14D und definiert ein Messverfahren für das Testen der Stromversorgung von Flugzeugen.

Diese Norm stellt einige besondere Anforderungen an die Messung der Stromoberschwingungen.

Nach dieser Norm sollten die Harmonischen (Amplituden und Phasen) in folgenden Frequenzbereichen beurteilt werden:

Tabelle 1

Versorgungssystem	Grundfrequenz	Auflösung	Frequenzbereich
A(CF)	400 Hz	20 Hz	16 kHz
A(NF)	360 Hz, 650 Hz	20 Hz	14,4 kHz oder 26 kHz
A(WF)	360 Hz, 800 Hz	20 Hz	14,4 kHz oder 32 kHz

Die Mindestabtastrate beträgt dabei 100 kHz. Die Grenzfrequenz des Anti-Aliasing-Filters sollte im Bereich von 25 kHz bis 50 kHz liegen.

Für die Messungen in diesem Applikationsfeld ist das LMG500 bestens geeignet. Die technischen Daten des Gerätes, wie Bandbreite, Genauigkeit und Abtastfrequenz, entsprechen voll den Anforderungen. Was die Darstellung des Signals im Frequenzbereich angeht, so werden dem Benutzer zwei Möglichkeiten angeboten (CE-Harm und Harm100). Beide erreichen jedoch die Anforderungen aus der Tabelle 1 nicht ganz.

Der Einsatz von TERM-L5 mit der Möglichkeit der Spektralanalyse von aufgenommenen Abtastwerten deckt diese Lücke nun ab.

Mit TERM-L5 (Release ab 2.03) ist es möglich, die Spektralanalyse in einem Bereich bis zu Hälfte der Abtastfrequenz durchzuführen. Die Frequenzbereiche DC bis 25 kHz für LMG450 bzw. DC bis 1,5 MHz für LMG500 sind somit abgedeckt. Die Auflösung im Frequenzbereich hängt dabei von der Fensterbreite ab. Werden z.B. die Abtastwerte über 1 Sekunde aufgenommen, so beträgt die Auflösung 1 Hz. Bei einer Fensterbreite von 2,5 ms (1 Periode des 400 Hz Signals) beträgt die Auflösung 400 Hz. Um die vorgeschriebene Auflösung von 20 Hz zu erreichen, benötigt man die Abtastwerte aus einem Fenster von 0,05 s.

TERM-L5 überträgt die Abtastwerte aus dem Puffer eines LMG. Die Fensterbreite gibt der Benutzer vor. Das kann entweder unmittelbar in Sekunden oder durch die Anzahl der Perioden des Eingangssignals gemacht werden. Die aufgenommenen Werte lassen sich entweder im Zeit- oder im Frequenzbereich darstellen, und in ASCII-Format speichern.

Bei der Ausführung der diskreten Fourier-Transformation (DFT) sind zwei Alternativen möglich.

- Man kann die DFT über das volle Fenster ausführen. Wenn aber das Fenster eine nicht-ganzzahlige Anzahl der Perioden eines zu analysierenden Signals beinhaltet, führt das zu einem Verlust der Grundharmonischen sowie der Oberschwingungen. Beim Definieren der Fensterbreite durch die Grundfrequenz und Anzahl der Perioden wird eine korrekte Erfassung automatisch gewährleistet.
- Man kann aber DFT zwischen dem ersten und dem letzten Nulldurchgang des Fenster laufen lassen. Dabei wird sichergestellt, daß die Grundfrequenz genau erfasst wird.

Die Darstellung der Daten erfolgt sowohl graphisch (linear oder logarithmisch) als auch tabellarisch. Die Verarbeitung der Daten kann mit handelsüblicher Software (z. B. MS-Excel) erfolgen.

Interne Information (nur für Vertriebspartner und Kunden)

Die Spektralanalyse funktioniert mit dem Betrieb ohne NDL5.

Bei der Auswahl der Fensterbreite es ist zu berücksichtigen, daß ein zu großes Fenster die Ausführung von Spektralanalyse wesentlich verlangsamt. Es wäre natürlich sehr schön, daß man die Spektren von aufgenommenen Signalen im Bereich von DC bis 1,5 MHz und mit einem Abstand von 0.15 Hz bekommen kann. Dementsprechend groß ist die Versuchung, das auszuprobieren. Man muß dann aber auch im Kauf nehmen, daß die Ausführungszeit dieser Berechnung einige Stunden in Anspruch nehmen wird. Deswegen ist es ratsam, vor der Aufzeichnung der Abtastwerte das Fenster so auszuwählen, daß nur notwendigen Spektralanteile des Signals erfassbar sind.

Die Vorgehensweise für die Spektralanalyse sieht folgendermaßen aus:

1. Starten von TERM-L5
2. Auswahl des Betriebes ohne NDL5 (siehe Abbildung 1)
3. Konfigurieren einer Messung in normalen Messmodus (Abbildung 2)

4. Aktivieren der Übertragung der Abtastwerte im Schrittmodus (Abbildung 3)
 5. Initialisieren des LMG
 6. Aufzeichnung der Abtastwerte. Abbildung 3 illustriert die Einstellung des Beobachtungsfensters.
 7. Spektralanalyse. Abbildungen 4 und 5 zeigen die graphische und tabellarische Darstellungen.
 8. Speichern der Werte in einer Datei (mit der rechten Maustaste auf die Tabelle mit den Werten klicken).
- Die Schritte 6 bis 8 sind zu wiederholen, um die neue Abtastwerte zu analysieren.

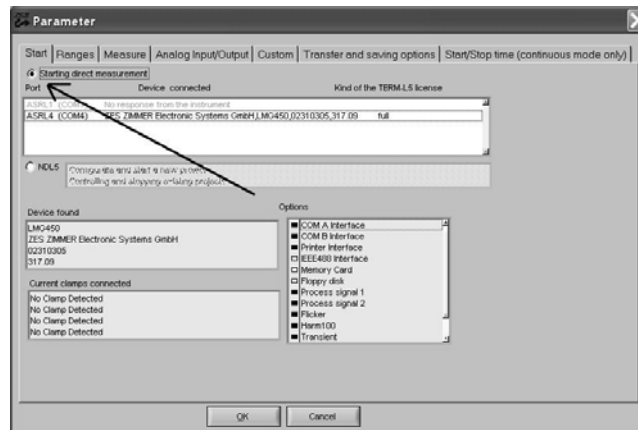


Abbildung 1. Spektralanalyse nur im Betrieb ohne NDL5

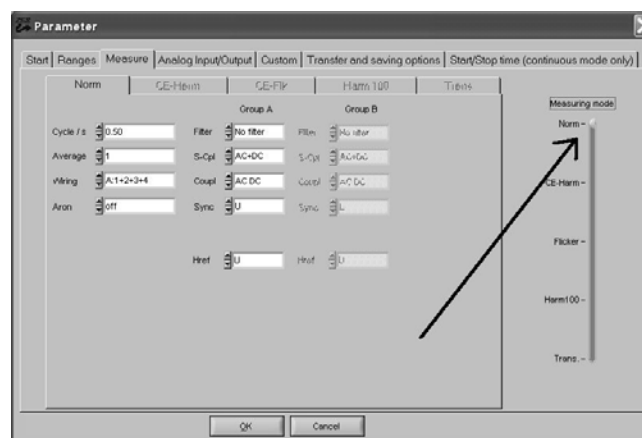


Abbildung 2. Konfigurieren der Messung im normalen Messmodus

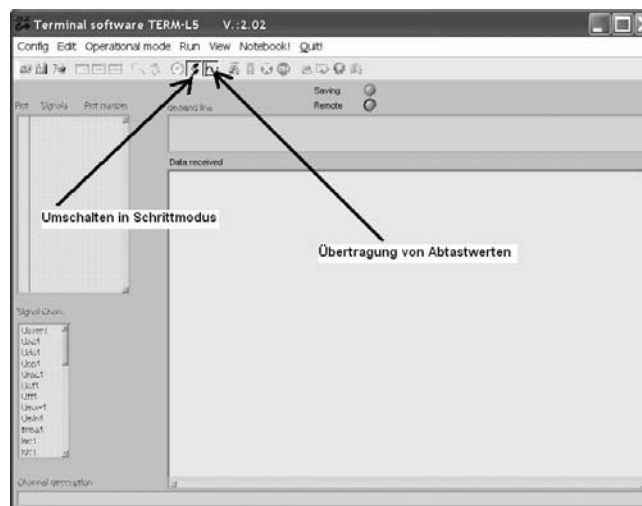


Abbildung 3. Aktivieren der Übertragung von Abtastwerten im Schrittmodus

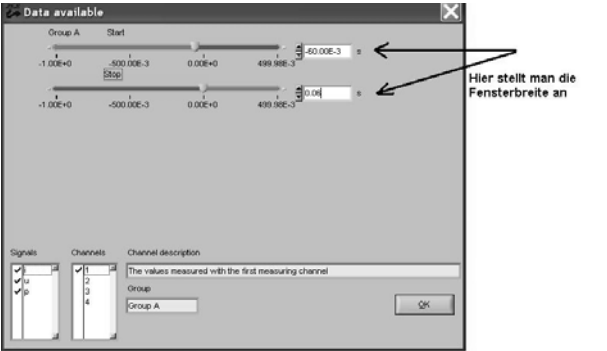


Abbildung 4. Einstellen der Grenzen des Beobachtungsfensters

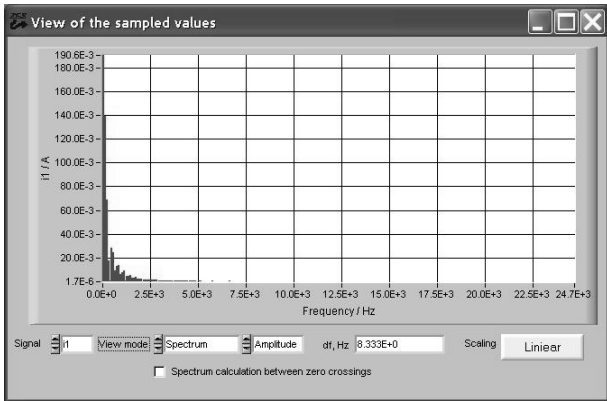


Abbildung 5. Graphische Darstellung des Spektrums

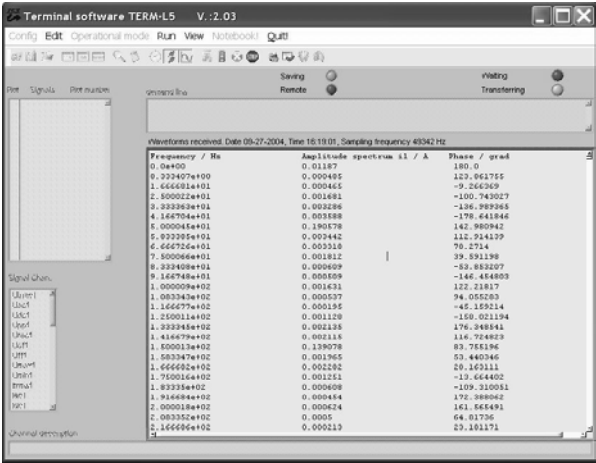


Abbildung 6. Tabellarische Darstellung des Spektrums