

P r a k t i k u m

Elektromagnetische Verträglichkeit

**Versuch 10 EMV-Messungen zum Thema Netzurückwirkungen
(Raum L102)**

Gruppen-Nr.: Protokollführer:	Gruppenteilnehmer:
Durchgesehen und für richtig befunden (Unterschriften aller Übungsteilnehmer)	Stempel

Versuch 10

EMV-Messungen zum Thema Netzurückwirkungen

1 Normen zum Thema Netzurückwirkungen

Das Gesetz über die elektromagnetische Verträglichkeit von Geräten (EMVG) von November 1992 (novelliert August 1998) bildet den juristischen Rahmen, um auch Netzurückwirkungen einzelner Geräte einzugrenzen und zu reduzieren. Das EMVG weist auf die einschlägigen Normen und Richtlinien hin. Danach müssen alle Geräte, die nach dem 01.01.1996 in Europa auf den Markt gebracht werden, das EG-Konformitätszeichen CE besitzen. Für die Konformitätserklärung dürfen nur die Normen zugrunde gelegt werden, die im Amtsblatt der Bundesnetzagentur BNetzA¹ oder im Amtsblatt der europäischen Union veröffentlicht (gelistet) wurden. Danach gelten für elektrische und elektronische Betriebsmittel Fachgrundnormen für die Störaussendung (Störemission) und für die Störfestigkeit.

Fachgrundnorm für elektrische und elektronische Betriebsmittel			
zur Störaussendung		zur Störfestigkeit	
gilt für alle Produkte, für die keine Produkt- oder Produktgruppennormen bestehen			
EN 61000-6-x		EN 61000-6-x	
EN 61000-6-3 Wohn-, Geschäfts-, Gewerbebereich, Kleinbetriebe	EN 61000-6-4 Industriebereich	EN 61000-6-1 VDE 0839 Teil 6-1 Wohn-, Geschäfts-, Gewerbebereich, Kleinbetriebe	EN 61000-6-2 VDE 0839 Teil 6-2 Industriebereich

Nach dem EMV-Gesetz ist ab 01.01.1996 jedes Gerät, das auf den europäischen Absatzmarkt kommt, mit dem CE-Zeichen zu versehen. Das CE-Zeichen kann der Hersteller an seinem Produkt anbringen, wenn er nachweist, dass es die einschlägigen EMV-Normen erfüllt. Danach sind die Geräte auf EMV-Störaussendung und EMV - Störfestigkeit zu prüfen.

1.1 Störaussendung

1.1.1 Funkstörungen

Abgedeckt sind Anforderungen an die Störaussendung im Frequenzbereich 0 Hz bis 400 GHz. Betroffen sind Betriebsmittel, die nach EN 61000-6-3 an das öffentliche Niederspannungsstromversorgungsnetz bzw. nach EN 61000-6-4 an ein Industrienetz angeschlossen werden.

Diese Normen verweisen z. B. für Funkstörungen auf

- EN 55011 industrielle, wissenschaftliche und medizinische Hochfrequenzgeräte (ISM)
- EN 55013 für Rundfunkempfänger
- EN 55014 Geräte, deren Hauptfunktionen durch Motoren, Schalt- und Regeleinrichtungen ausgeführt werden, einschließlich der Halbleiterstellglieder mit $I_L \leq 25$ A je Phase
- EN 55015 für Beleuchtungseinrichtungen
- EN 55022 für Einrichtungen der Informationsverarbeitungs- und Telekommunikationstechnik

¹vor dem 13.07.2005 Regulierungsbehörde für Post und Telekommunikation (Reg TP)

Für Rückwirkungen in Stromversorgungsnetzen wird auf die EN 61000-3-2 (Stromober-schwingungen) und EN 61000-3-3 (Spannungsschwankungen, Flicker) verwiesen. Nach der EN 61000-3-2 (entspricht IEC 61000-3-2) müssen alle Geräte mit einem Leiterstrom ≤ 16 A in die Klassen A, B, C oder D eingeteilt werden und die dort genannten Stromober-schwingungsgrenzwerte unterschreiten.

Tabelle 1 der EN 61000-3-2: Grenzwerte für Geräte der **Klasse A und B**

Oberschwingungsordnung	Höchstzulässiger Oberschwingungsstrom	
	Klasse A	Klasse B
n	in A	in A
Ungerade Oberschwingungen		
3	2,30	3,45
5	1,14	1,71
7	0,77	1,155
9	0,40	0,6
11	0,33	0,495
13	0,21	0,315
$15 \leq n \leq 39$	$0,15 \cdot 15 / n$	$0,225 \cdot 15 / n$
Gerade Oberschwingungen		
2	1,08	1,62
4	0,43	0,645
6	0,30	0,45
$8 \leq n \leq 40$	$0,23 \cdot 8 / n$	$0,345 \cdot 8 / n$

Grenzwerte für Geräte der **Klasse C**

Oberschwingungsordnung n	Höchstwert für den Eingangsstrom in Prozent des Grundschwingungsstromes
2	2
3	$30 \cdot \lambda$
5	10
7	7
9	5
$11 \leq n \leq 39$	3

Grenzwerte für Geräte der **Klasse D**

Ordnung n	Höchstwert des Oberschwingungsstromes je Watt in mA/W	zulässiger Höchstwert des Oberschwingungsstromes in A
3	3,4	2,3
5	1,9	1,14
7	1,0	0,77
9	0,5	0,40
11	0,35	0,33
≥ 13	lineare Extrapolation : $3,85/n$	siehe Tabelle 1

2 Begründung von Oberschwingungen

Ein nicht kontinuierlicher Leistungsfluss und eine nicht sinusförmige Strombelastung des Netzes führen zu Oberschwingungen. Mit Hilfe der *harmonischen Analyse* lassen sich die periodischen nichtsinusförmigen Vorgänge als Überlagerung von verschiedenen Oberschwingungsfrequenzen darstellen. Im Normalfall genügen dafür neben der Grundschwingung gerad- und ungeradzahligte Oberschwingungen für Geräte bis zur Ordnungszahl $n = 40$, in elektrischen Energieversorgungsnetzen bis zu $n = 50$.

Bestimmte Belastungen führen aber auch zu sub- und zwischenharmonischen Frequenzanteilen. Messtechnisch werden die Signale erfasst, digitalisiert und die Oberschwingungsanteile in Strom und Spannung mit Hilfe einer FFT (Fast - Fourier - Transformation) berechnet. Das Ergebnis kann als Amplitudenspektrum oder in Tabellenform dargestellt werden.

3 Oberschwingungen als Ursache für Netzrückwirkungen

Stromoberschwingungen rufen an den Netzimpedanzen entsprechende Spannungsabfälle hervor, die die Spannungskurve verzerren. Bei Annahme einer sinusförmigen Netzspannung wird Wirkleistung nur aus der Stromgrundschwingung gebildet. Alle Stromoberschwingungsanteile bilden mit der Netzspannung Verzerrungsblindleistung.

Damit ergibt sich nach der Definition des Leistungsfaktors bei sinusförmiger Netzspannung:

$$\lambda = \frac{P}{S} = g_i \cdot \cos \varphi_1$$

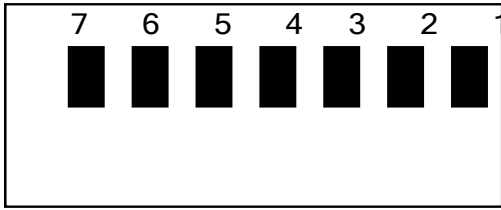
mit dem Stromgrundschwingungsgehalt

$$g_i = \frac{I_1}{I_{\text{ges}}}$$

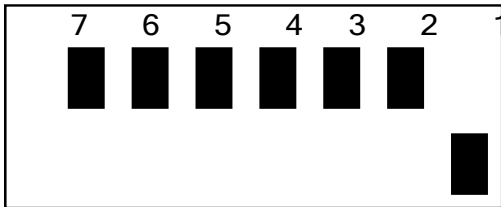
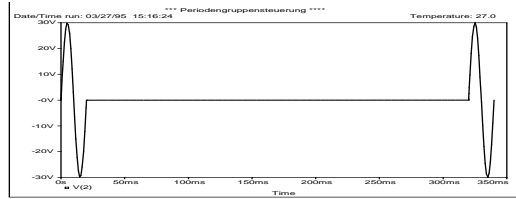
4 Messaufgabe

- 4.1 Untersuchung einer Sinus-Halbwellensteuerung (700h = 1/3 Leistung sowie 800h = 2/3 Leistung)
An einer Modellast wird der Stromverlauf gemessen und analysiert. Die Leistungsaufnahme der Last wird ermittelt. (Darstellung sowohl in der Einstellung: 16 Perioden (nur einmalig bei 700h **oder** 800h , zur Darstellung von Fehlern bei nichtperiodischem Fensterintervall) als auch in der Einstellung 12 Perioden)
- 4.2 Messung der Stromaufnahme eines elektronisches Gerätes, eines PC's oder Monitors.
- 4.3 Auswertung
 - Auf der Grundlage der Messungen nach 4.1 und 4.2 sind die Prüfprotokolle zu erstellen, **d.h. die jeweilige Last ist in eine Gerätegruppe einzuordnen**, die Liniendiagramme und Amplitudenspektren für die Gerätegruppe sind darzustellen. Die Oberschwingungseffektivwerte sind zu ermitteln. Es ist zu prüfen, ob die Lasten die EMV-Prüfung nach EN 61000-3-2 bestehen. **Nur die notwendigen Auswertungen sind Bestandteil des Berichtes alle anderen Unterlagen gehören in den Anhang !**
 - Für die Belastung nach 4.1 sind aus den Grund- und Oberschwingungswerten die Wirkleistung, Scheinleistung und der Leistungsfaktor zu bestimmen und mit den gemessenen Werten (Multimeter) zu vergleichen. Für den idealisierten Stromverlauf sind die Stromoberschwingungswerte **zu berechnen (entweder für die Einstellung 700h oder 800h) und mit den gemessenen Werten zu vergleichen. Die Berechnungsansätze sind vollständig und nachvollziehbar dem Bericht beizufügen!**
 - Erläutern Sie den Stromverlauf bei der Messung des Industrie-PC.

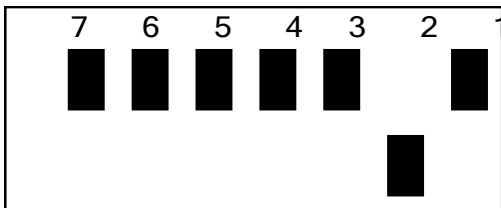
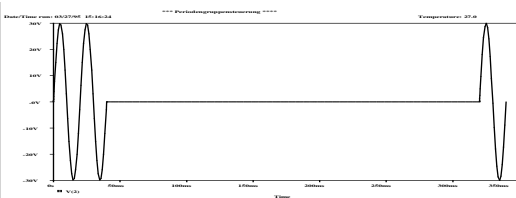
Beschreibung des Störsimulators (Bedeutung der Schalterstellungen)



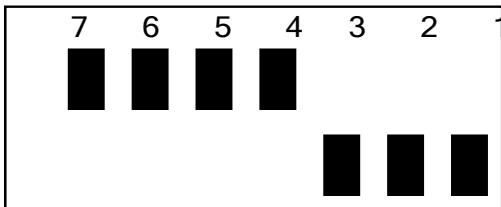
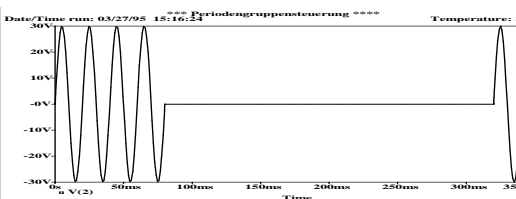
= 000h



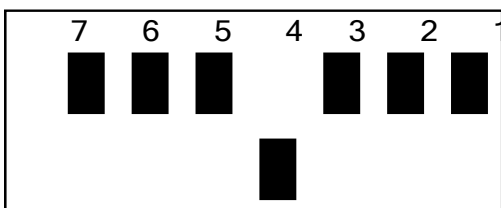
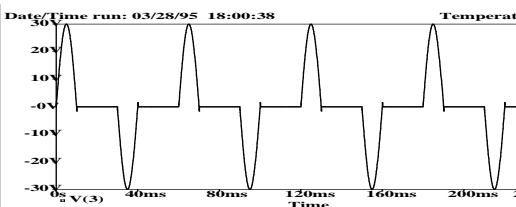
= 100h



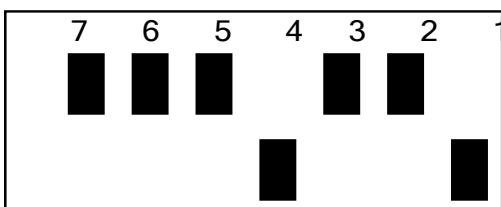
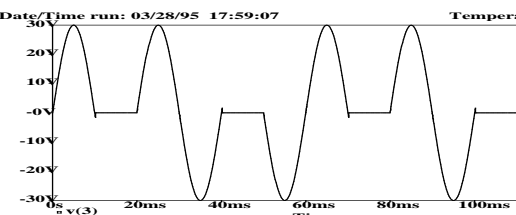
= 200h



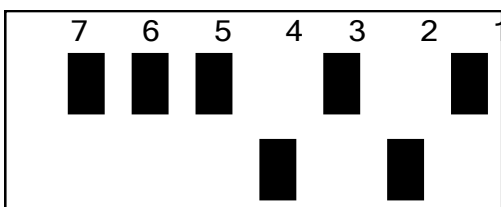
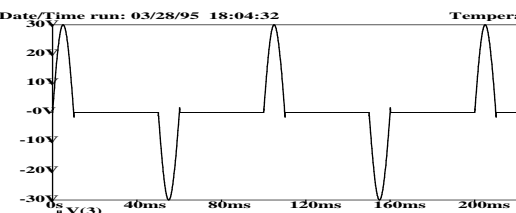
= 700h



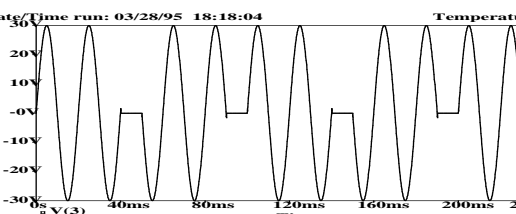
= 800h



= 900h



= A00



Bedienungshinweise für den Versuch 10

Achtung: Vor jeder Änderung der Schaltung ist der aufsichtführende Professor oder Wissenschaftliche Mitarbeiter zu informieren!

Einschaltreihenfolge beachten:

- a) PC + Monitor einschalten
- b) Simulator einschalten (Gerät mit 7 Schaltern an der Frontplatte)
- c) PLL + Adapter für die Meßwerterfassungskarte einschalten (Gerät mit 10 BNC - Buchsen + 3 Sub-D- Steckern) (Der Schalter befindet sich auf der Rückseite)

Programm zur Erfassung der Oberschwingungen durch die Eingabe von **V10** starten.

Ergebnisse speichern Sie bitte im Unterverzeichnis "Ergebnis" mit den von Ihnen vorgegebenen Namen. Der Speichervorgang wird durch die "Eieruhr" angezeigt .

Achtung: Die Spannung für das Wattmeter wird (zur besseren Ablesegenauigkeit) um den Faktor 4,65 verstärkt. Dieser Faktor muss bei der Bestimmung des Wertes für die Leistung natürlich berücksichtigt werden. **(Diese Verstärkung ist eventuell nicht eingebaut... bitte nachfragen !)**

Die Leistung ist nur bei dem Versuchsteil mit Simulator aufzunehmen!

Messung Phase L1(=PC) Kanal 0 = Spannung(PC); Kanal 3(Strom)

Messung Phase L2(=Simulator) Kanal 1 = Spannung ; Kanal 4(Strom)

alle anderen Kanäle werden bei diesem Versuch nicht genutzt!

In der Software (Oberfläche) sind folgende Faktoren einzustellen:

	Simulator (Version1)	Simulator(Version 2)	PC	PC2
Spannung	1:10	1:4,54655	1:100	1:100
Strom	0.1	0.1024	0.5	0.166666

Version 1 : (DOLCH PC) → Links ; Version 2 (TetraPac) → Rechts

Bedienungshinweise für die Software :

Menüstruktur :

50Hz-OS! Save! Halt! ZOOM LOG! o.Grdschw.! o.Grenzw.! Quit

Menüpunkte mit einem „!“ werden bei Mouse-Klick sofort umgesetzt

50Hz-OS = Darstellung als Vielfache der Grundschiwingung

Save = abspeichern des Grafikbildschirmes sowie der Textdatei mit allen Messwerten

Halt = Messung anhalten (entspricht der Einmalmessung aus der ersten Seite)

Zoom = Zoomen des durch die Cursoren vorgegebenen Bereiches

LOG = logarithmische Darstellung des Oberschwingungsspektrum

o.Grdschw = Darstellung mit unterdrückter Grundschiwingung

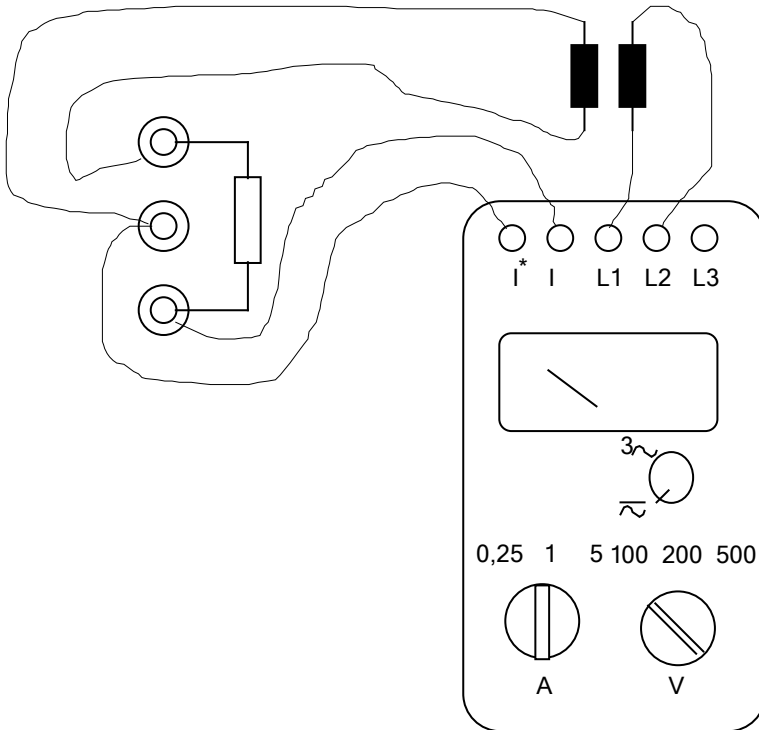
o.Grenzw. = Darstellung des Oberschwingungsspektrums ohne Grenzwerte

QUIT = Programmende

Alle Messungen sind mindestens in der Klasse A durchzuführen (andere Klassen *können* jedoch zusätzlich gemessen werden!)

Beschreibung des Messaufbaus

a) für das Wattmeter



Achtung :

Bitte schreiben Sie die email-Adressen aller Gruppen-
teilnehmer in die Infozeilen des Auswerteprogrammes
damit ich Ihnen ihre erstellten Unterlagen zusenden
kann.