

Höhere Technische Bundes-, Lehr- u. Versuchsanstalt (BULME) Graz – Gösting Elektrotechnisches Laboratorium	Abgabedatum: 20.12.2005 Jahrgang: 2005 Gruppe: 3 Übungstag: 22.11.2005
Name: Schriebl Gisela, Forjan Peter, Schuster Werner	
Aufgabe: Fourieranalyse eines Rechtecksignals	

1 Aufgabenstellung

Ein Rechtecksignal, welches durch einen Frequenzgenerator erzeugt wird, soll einer Fourieranalyse unterworfen werden (Fast Fourier Transformation – FFT).

Dazu werden neben dem Frequenzgenerator ein Oszilloskop sowie die Programme „Wavestar“ und „MATLAB“ verwendet.

2 Theoretische Grundlagen

Fourierreihe

Jedes Signal kann aus Sinus- und Kosinussignalen nachgebildet werden.

Dabei hat jedes Signal unendlich viele Oberschwingungen, - je mehr dieser Oberschwingungen berücksichtigt werden, desto ähnlicher wird die Fourierreihe dem Grundsignal.

Allgemein gilt für die Erstellung einer Fourierreihe:

$$a_0 = \frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} f(x) dx$$

$$a_n = \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} f(x) * \cos(n * x) dx$$

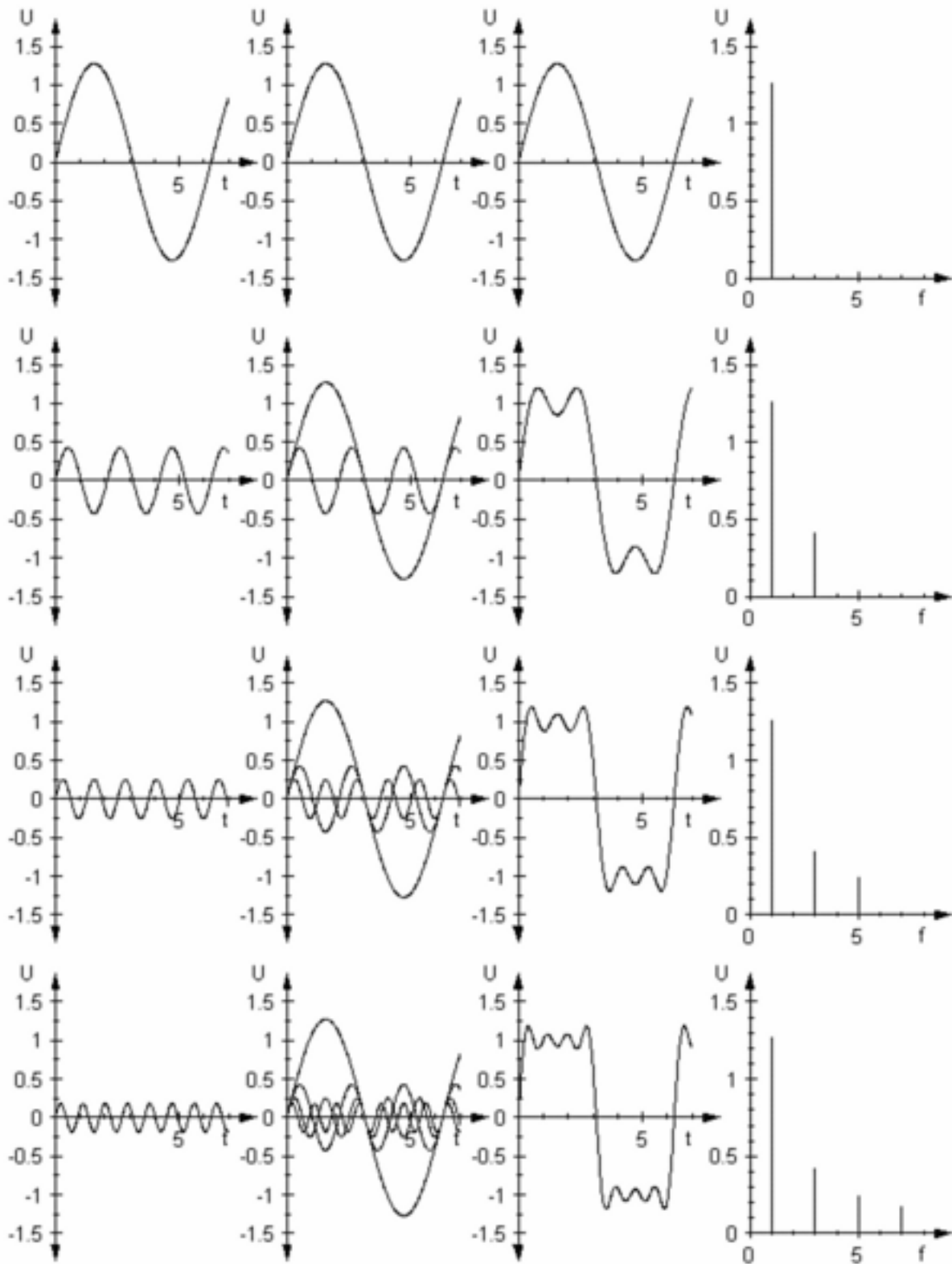
$$b_n = \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} f(x) * \sin(n * x) dx$$

$$f(x) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} [a_n * \cos(n * x) + b_n * \sin(n * x)]$$

Bei einem Rechtecksignal erhält man folgende Formel:

$$u(t) = \frac{4U_S}{\pi} \left(\sin \omega t + \frac{1}{3} \sin(3\omega t) + \frac{1}{5} \sin(5\omega t) + \frac{1}{7} \sin(7\omega t) + \frac{1}{9} \dots \right)$$

Im folgenden Diagramm wird gezeigt, wie aus den einzelnen Oberschwingungen durch Addition ein der Grundschwingung immer ähnlicheres Signal entsteht:



In der linken Spalte ist jeweils eine einzelne Oberschwingung aufgetragen, in der zweiten Spalte sieht man alle Oberschwingungen und in der dritten Spalte die Addition dieser Schwingungen. In der letzten Spalte ist die jeweilige Spektralanalyse abgebildet.

3 Schaltung

Mit einem Frequenzgenerator wird ein Rechtecksignal erzeugt, der Signalverlauf wird anschließend mit einem Oszilloskop aufgezeichnet, dessen Daten durch das Programm „Wavestar“ aufgenommen werden.

Mit der FFT-Funktion wird danach die Fourierreihe errechnet.

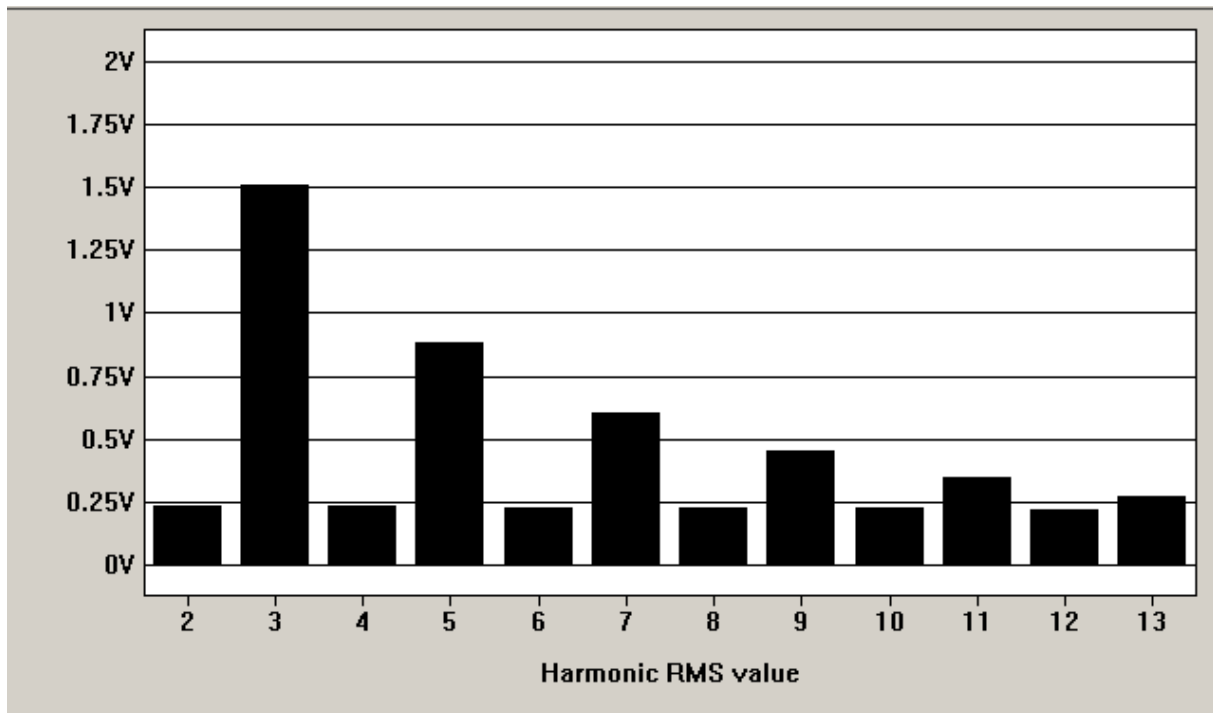
4 Messergebnisse

(Werte aus „Wavestar“ und „MATLAB“)

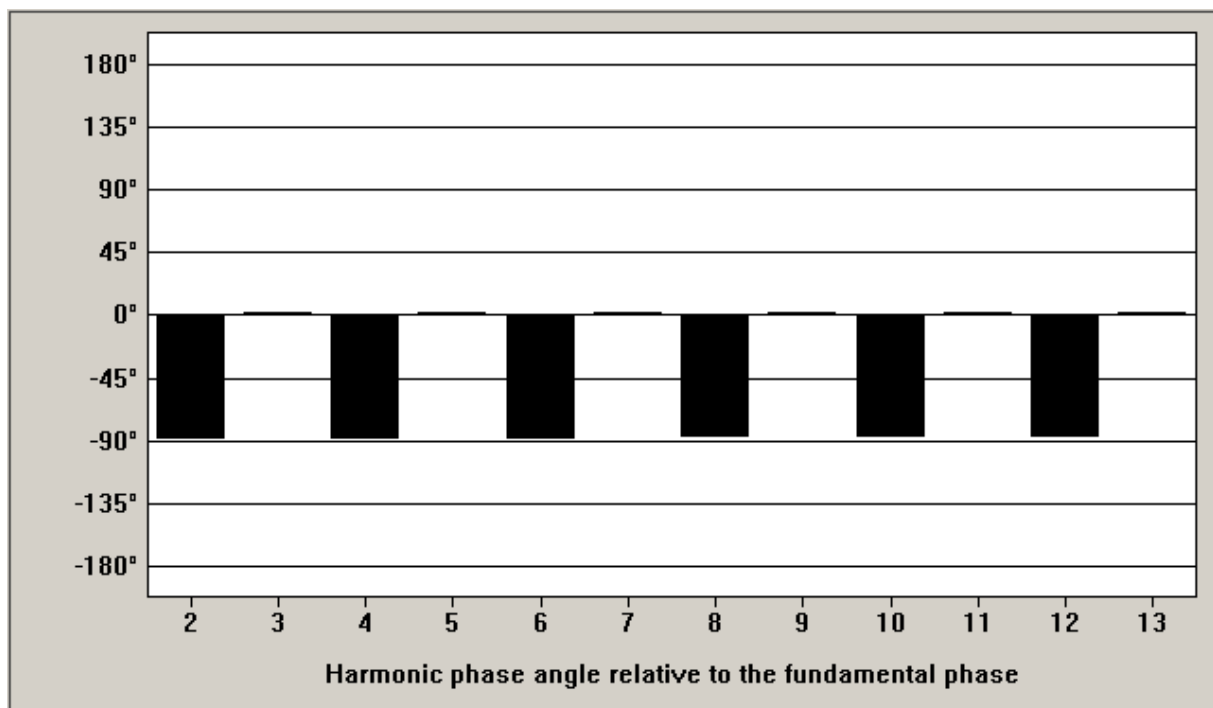
Ausgangssignal: Rechtecksignal, 1 kHz, 10 Volt

Messwerte:

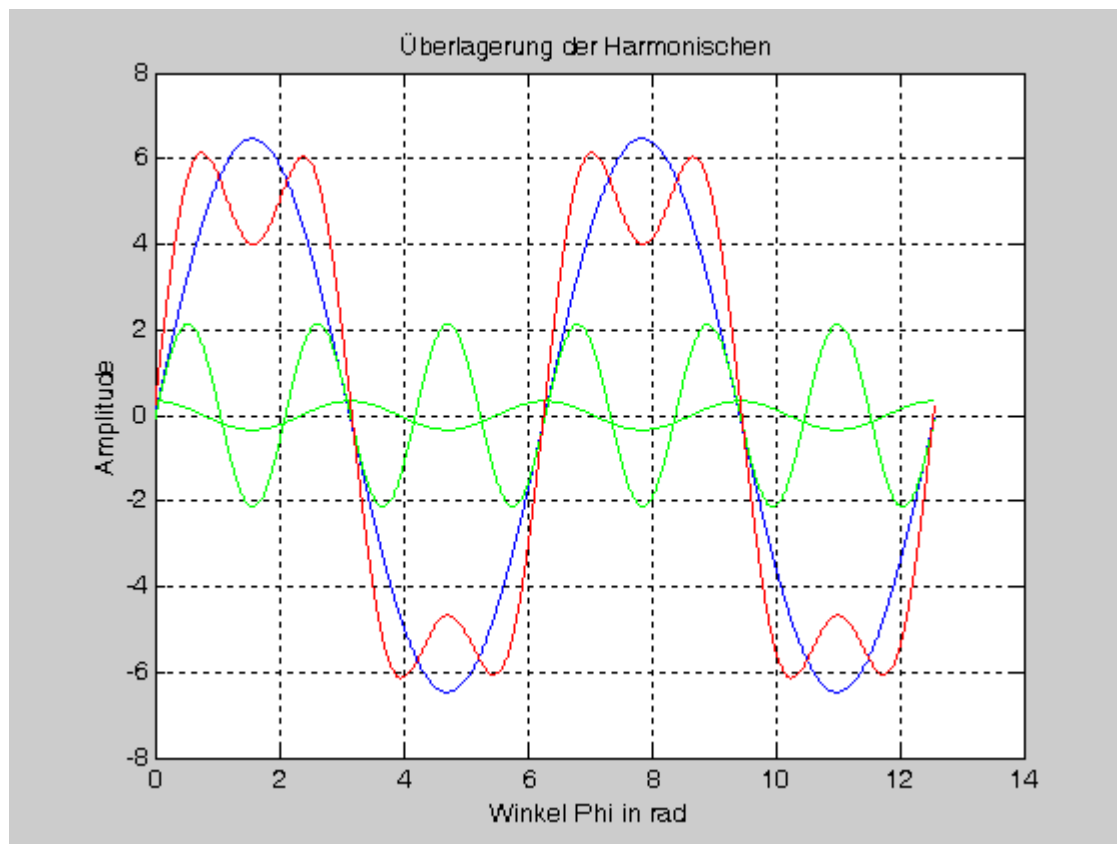
	Frequency	Voltage RMS	Voltage % of Fund.	Voltage Phase	Current RMS	Current % of Fund.	Current Phase
Fundamental	1.0000k Hz	4.5713 V	100.000 %	0.0000			
Harmonic 2	2.0000k Hz	237.74m V	5.201 %	-88.350			
Harmonic 3	3.0000k Hz	1.5072 V	32.970 %	1.6459			
Harmonic 4	4.0000k Hz	237.78m V	5.202 %	-88.271			
Harmonic 5	5.0000k Hz	884.10m V	19.340 %	1.9537			
Harmonic 6	6.0000k Hz	233.01m V	5.097 %	-88.095			
Harmonic 7	7.0000k Hz	608.83m V	13.319 %	2.0213			
Harmonic 8	8.0000k Hz	231.26m V	5.059 %	-87.962			
Harmonic 9	9.0000k Hz	452.26m V	9.894 %	2.1341			
Harmonic 10	10.0000k Hz	227.57m V	4.978 %	-87.703			
Harmonic 11	11.000k Hz	349.02m V	7.635 %	2.6216			
Harmonic 12	12.000k Hz	222.46m V	4.866 %	-87.349			
Harmonic 13	13.000k Hz	273.10m V	5.974 %	2.3552			

Spektralanalyse:

Bei der Spektralanalyse erkennt man gut, dass bei einem Rechtecksignal nur alle ungeraden Oberschwingungen maßgebliche Auswirkungen haben.

Phasenverschiebung:

Fourierreihe mit „MATLAB“:



5 Geräteliste

Bezeichnung	Geräteart	Messwerk -symbol	Positi on	Messbereich/ bzw. Kennwerte	Gerätenummer
Oszilloskop					
Widerstand			R		
PC mit „Wavestar“ und „MATLAB“					

.....
Datum.....
Unterschrift