


|   |  |                                    |
|---|--|------------------------------------|
|  <b>Fachhochschule Jena</b><br>University of Applied Sciences Jena<br>Fachbereich<br>Elektrotechnik / Informationstechnik | <b>Elektromagnetische Verträglichkeit</b><br><br>Laborpraktikum<br><br>Prof. Dr.-Ing. Ludwig Niebel, Prof. Dr. Manfred Schmidt | <b>Versuch</b><br><br><b>EMV 2</b> |
| <b>Untersuchung der Eigenschaften von Störsignalen<br/>im Zeit- und im Frequenzbereich</b>  |  |                                    |
| Set:<br>.....<br><br>Praktikumsgruppe:<br>.....<br><br>Teilnehmer:<br>.....<br>.....  | Datum:<br>.....<br><br><b>Testat:</b> .....<br>.....<br>Unterschrift   |                                    |

### Aufgabe 1:

Untersuchen Sie das spektrale Verhalten von Rechtecksignalen bei unterschiedlichen Signalparametern (Pulsbreite, Impulsabstand bzw. Duty Cycle) mit Hilfe eines Meßempfängers bzw. Spektrumsanalysators.

Dokumentieren Sie stets die gemessenen Spektren zusammen mit den zugehörigen Signalverläufen im Zeitbereich! (Plotten Sie aus Zeitgründen möglichst nur dort aus, wo es angemerkt ist.)

### Generelle Einstellungen bzw. Parameter:

**Signalgenerator:**  $u_p = 20 \text{ mV}$

**Messempfänger:** (1 kHz - 30 MHz  
Messzeit 5 ms  
Detektoren AV und P)

### Spektrumsanalysator (alternativ)

Da der Messempfänger für einen anderen Versuch verwendet wird, kommt vorläufig immer der Analysator zum Einsatz. Die Messparameter stimmen nicht immer ganz mit den Vorgaben der Normen für EMV-Messungen überein und werden möglichst gut angenähert.

Die Signalparameter werden am Generator eingestellt und mittels Oszilloskop überprüft und ggf. korrigiert (speziell die Amplitude).

Der Analysator wird am Anfang auf eine Mittenfrequenz von 15 MHz und einen Anzeigebereich von 1 MHz eingestellt

### **Aufgabe 1.1:**

Stellen Sie am Generator zunächst folgende Signalparameter ein:

|                |             |
|----------------|-------------|
| Pulsbreite     | 0,1 $\mu$ s |
| Impulsabstand  | 0,01 ms     |
| Impulsfrequenz | 100 kHz     |

Ermitteln Sie das Spektrum mit folgenden Parametern am Analysator:

|            |               |
|------------|---------------|
| Detector   | Autoppeak     |
| Sweeptime  | 10 ms; 1 s    |
| Bandbreite | 1 kHz; 10 kHz |

Untersuchen Sie alle Kombinationen der Parameter. Wie haben die variablen Parameter Einfluss auf die Anzeige?

Welche Sweeptime dürfte bei einer Bandbreite von 200 Hz geeignet sein (möglichst nicht so großen Wert wählen!)

Ermitteln Sie für diese Einstellung das Spektrum und plotten Sie dieses.

Charakterisieren Sie das Spektrum mit seinen wesentlichen Eigenschaften.

### **Aufgabe 1.2:**

Ermitteln Sie das Spektrum bei der größeren

Pulsbreite von 1  $\mu$ s  
und sonst unveränderten Signalparametern.

Welche wesentlichen Änderungen der Eigenschaften stellen Sie fest?

### **Aufgabe 1.3:**

Wiederholen Sie die Untersuchung bei einem größeren Impulsabstand, also bei folgenden Parametern:

|                |             |
|----------------|-------------|
| Pulsbreite     | 0,1 $\mu$ s |
| Impulsabstand  | 0,025 ms    |
| Impulsfrequenz | 40 kHz.     |

Welche wesentlichen Änderungen der Eigenschaften stellen Sie fest?

### **1.4:**

Fassen Sie die Ergebnisse der Messungen nach Ziff, 1.1 bis 1.3 zusammen, arbeiten Sie insbesondere Unterschiede heraus.

## Aufgabe 2:

Untersuchen Sie Schmalband- und Breitbandsignale mit Hilfe eines ~~Meßempfängers~~ bzw. Spektrumsanalysators bei normgerechter Bandbreiteneinstellung:

| Frequenzbereich (Messbereich) | Empfängerbandbreite bzw. Auflösebandbreite |
|-------------------------------|--|
| $\leq 150$ kHz                | 200 Hz                                     |
| $> 150$ kHz                   | 9 kHz                                      |

Falls diese Einstellungen nicht möglich sind, nähern Sie sich diesen möglichst gut an und dokumentieren Sie die Abweichung.

Führen Sie die Messungen bei folgenden Signalparametern durch:

Starten Sie mit folgenden Parametern am Analysator:

Anzeigebereich     100 kHz  
Detector             AVG

### Aufgabe 2.1:

Pulsbreite            0,1  $\mu$ s  
Impulsabstand       0,01 ms  
Impulsfrequenz      90 kHz

Welche Sweeptime ist zu wählen, wenn je Kanal eine Messzeit von 5 ms erreicht werden soll? Stellen Sie das Spektrum mit dieser Sweeptime dar.

Vergrößern Sie die Sweeptime ca. um den Faktor 5 (runden Wert einstellen) und vergleichen Sie die Darstellung.

Ergibt sich eine deutliche Verbesserung der Anzeige? Wenn ja, suchen Sie eine mögliche Ursache. Wählen Sie eine geeignete Sweeptime aus. Falls keine nennenswerte Verbesserung sichtbar wurde, belassen Sie den ursprünglichen Wert.

Dokumentieren Sie das Spektrum mittels Plot.

### Aufgabe 2.2:

Stellen Sie im Spektrum die Grenzen eines Kanals (Bandbreite) grafisch dar. Dazu können Sie unter D Lines zwei Frequenzgrenzen einzeichnen. Legen Sie die Grenzen symmetrisch um die Mittenfrequenz. (Hinweis: verstellen Sie die Mittenfrequenz ggf. so, dass eine ganze Spektral"linie" im Bild sichtbar ist.)

Überlegen und dokumentieren Sie, wie sich die im Kanal gemessene Amplitude prinzipiell ändern wird, wenn der Kanal immer um eine Breite verschoben wird. (Hinweis: als gemessene Amplitude wird hier die in Kanalmitte angezeigte Amplitude angenommen.)

### Aufgabe 2.3:

Mittels Cursor wird die maximale Amplitude (AVG) einer Spektral“linie“ ermittelt und dazu die Amplitudenänderung, wenn der Messkanal genau um eine Bandbreite dazu verschoben wird. Das Ergebnis wird mittels Plot dokumentiert.

(Hinweis: wenn der Amplitudenwert signifikant schwankt, können über Sweep einzelne Durchläufe gestartet werden. Ermitteln Sie einen Mittelwert des Amplitudenunterschieds und geben Sie diesen extra zum Plot an.)

### Aufgabe 2.4:

Verringern Sie die Frequenz am Signalgenerator schrittweise bis zu 10 kHz. Beobachten Sie, wie sich das Spektrum ändert. Dokumentieren Sie Ihre Beobachtung. Was ändert sich speziell? Wie erklären Sie Ihre Beobachtung?

Welchen Unterschied der Amplituden erhalten Sie, wenn Sie eine Messung wie in Aufgabe 2.3 durchführen würden?

## Aufgabe 3: Unterscheidung von Schmal – und Breitbandsignalen

Die Unterscheidung von Schmalband – und Breitbandsignalen erfolgt **immer in Bezug auf die notwendige Messbandbreite / Auflösebandbreite** der Messeinrichtung.

**Schmalbandige Störgrößen** liegen dann vor, wenn nur eine Spektrallinie des Störspektrums in das Empfangsband (Messbandbreite) fällt.

**Breitbandige Störgrößen** liegen dann vor, wenn mehrere Spektrallinien einer Störquelle innerhalb der Messbandbreite liegen.

Klassifizieren Sie die in den Aufgaben 1 und 2 verwendeten Parameter in Fälle mit Schmalbandstörungen und Breitbandstörungen. Welcher Signalparameter war hier entscheidend?

Verifizieren Sie folgende „Regeln“ zur Unterscheidung von Schmalband- und Breitbandsignalen:

### Aufgabe 3.1

Wird der auf eine Störgröße abgestimmte Messempfänger mit QP-Detektor um eine Bandbreite **verstimmt**, so muß bei einer Schmalbandstörung der angezeigte Amplitudenwert um **wenigstens 3 dB** abfallen. Ist dies nicht der Fall, so handelt es sich um eine Breitbandstörung. (Beim Einsatz des Spektrumsanalysators und

Annahme einer rechteckigen Durchlasskurve in Aufgabe 2.2 kann der Amplitudenunterschied etwas geringer ausfallen.)

### **Aufgabe 3.2**

~~Ergeben sowohl AV-Detektor als auch QP-Detektor den gleichen Amplitudenwert, so handelt es sich um eine Schmalbandstörung; ist die Anzeige des AV-Detektors kleiner, so liegt eine Breitbandstörung vor.~~

(Anmerkung: Da in den aktuellen zivilen Normen nur AV- und QP-Grenzwerte angegeben sind, erfolgt so die Unterscheidung der Signalarten ohne weiteres Zutun eines Operators.)

Literatur:

SCHWAB, A. J.: Elektromagnetische Verträglichkeit  
Berlin; ...; Tokio: Springer, 1996  
Abschnitt 1.6: Beschreibung elektromagnetischer Beeinflussung  
im Zeit- und Frequenzbereich;  
Abschnitt 7.3: EMB – Meßgeräte

Handbücher zu den verwendeten Geräten (Messempfänger, Oszilloskop, Generator)