

Teil 1

EMV – Was ist das?

Norbert Ludwig, Springe

zum Autor

Norbert Ludwig,
Leiter des
Elektro-, Meß-
und Regel-
laboratoriums
in der Nord-
deutschen
Kälte-Fach-
schule, Springe



Im Zusammenhang mit elektronischen Steuerungen taucht seit einigen Jahren immer wieder der Begriff „Elektromagnetische Verträglichkeit“ (EMV) auf, der leider viel zu oft ohne nähere Erläuterungen zu Unsicherheit oder Verwirrung der Praktiker beiträgt. Während EMV-Bestimmungen in letzter Zeit konkretisiert und für die Praxis brauchbar umgesetzt werden (z. B. in der BIV-Edition), herrscht über die Sache selbst doch oft noch Unkenntnis. Hier soll dieser Artikel die nötige Klarheit verschaffen.

Im ersten Teil geht es dabei um das Grundverständnis der Problematik, während in der Fortsetzung konkrete Störursachen und Maßnahmen zu ihrer Beseitigung erläutert werden.

Allgemein versteht man unter elektromagnetischen Wellen die Energieausbreitung im Raum. Während man früher der Ansicht war, es müsse wie zum Beispiel bei Schall-, Wasser- oder sonstiger **mechanischer** Wellen eine Trägersubstanz geben (Schallwellen breiten sich z. B. in gasförmigen, flüssigen und festen Stoffen, nicht jedoch im Vakuum aus!), haben viele Experimente bestätigt, daß es den berühmten „Äther“ als Ausbreitungsmedium elektromagnetischer Wellen nicht gibt. Sie

einer Funkenstrecke. Damit legte er den Grundstein für alles, woran noch heute der Name „Funk“ erinnert. Der interessierte Leser kann den historischen Hertzschen Versuch etwas abgewandelt eindrucksvoll nachvollziehen:

Ein einfacher Stromkreis wird mit einer Lampe aus einer Taschenleuchte und einer Batterie aufgebaut. Die Enden zweier Eisennägel werden durch Reiben an einem Magneten magnetisiert. Dabei ist der Kreis zwischen den Eisennägeln unterbrochen (Abstand etwa 6 mm). Lediglich eine Brücke aus Eisenfeilspänen verbindet die Nägel. Durch vorsichtiges Klopfen wird diese Brücke so erschüttert, daß das Lämpchen erlischt. Erzeugt man nun in einigem Ab-

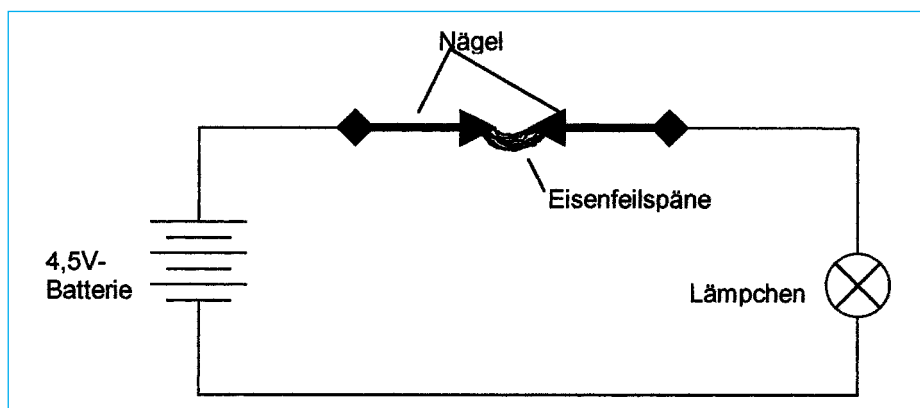


Abb. 1 Versuchsschaltung

durchdringen genauso den leeren Raum mit der Vakuum-Lichtgeschwindigkeit von etwa 300 000 Kilometer pro Sekunde ($c \approx 3 \cdot 10^8$ m/s), und werden in Stoffen nur wenig langsamer. Während Maxwell ihre Existenz bereits in der ersten Hälfte des vergangenen Jahrhunderts theoretisch vorhersagte, gelang erst 1886 dem deutschen Physiker Heinrich Hertz in Karlsruhe der experimentelle Nachweis mit Hilfe

stand zu dieser Apparatur einen elektrischen Funken (z. B. durch Abschalten einer 24V-Schützspule, die mit einer zweiten Batterie betrieben wird), leuchtet die Lampe wieder auf (Abb. 1).

Heute weiß man, daß elektromagnetische Wellen mit den unterschiedlichsten Wellenlängen unser tägliches Leben bestimmen. Die Wellenlänge steht dabei im umgekehrten (reziproken) Verhältnis zur erregenden Frequenz: Je höher die Schwingungszahl f ist, desto kürzer wird die Wellenlänge λ im Raum. Proportionalitätsfaktor ist hierbei die Ausbreitungsgeschwindigkeit v , wofür auch auf der Erde mit guter Näherung die Vakuum-Lichtgeschwindigkeit c eingesetzt werden kann:

$$\lambda = c \cdot \frac{1}{f}$$

Warum stört sich Elektronik gegenseitig?

Niedrige Frequenzen von wenigen hundert Kilohertz (beachten Sie, daß diese im funktechnischen Sinne niedrigen Frequenzen bereits sehr viel höher als z. B. die vertrauten 50 Hz sind!) bilden mit ihren Wellenlängen in der Größenordnung km

Bei bestimmten Verhältnissen von Wellenlänge und Leitungslänge löst sich die Energie vom Draht und vagabundiert durch den Raum. Ein Draht wird zur Sendeantenne!

Was für den Rundfunk wichtig ist, stört aber nun die Elektronik. Warum? Zur bekannten Netzfrequenz 50 Hertz gehört eine Wellenlänge von 6 Millionen Kilometern. Eine Sendeantenne dafür wäre also unvorstellbar lang! Daher sind alle in unseren Steuerungen vorkommenden Leitungen dafür „elektrisch kurze Leitungen“, und das Phänomen der Abstrahlung ist den Praktikern oft unbekannt. Elektronik hingegen arbeitet oft intern mit sehr viel höheren Frequenzen (denken Sie an die Taktfrequenz Ihres Computers!). Auch wenn bei 50 Hertz die Kurvenform der Spannungen und Ströme von der idealen Sinusform abweicht, entstehen höhere Frequenzen (Fourieranalyse, Teil 2). So beinhalten beispielsweise steile Flanken, wie sie beim Abschalten von Spulen oder

lieferte wohl ein bekannter deutscher Automobilhersteller vor rund zehn Jahren, dessen erste elektronische Motorsteuerung in der Nähe von Radiosendern versagte, so daß diese Autos einfach stehenblieben.

Wie können Störungen verhindert werden?

Die Abstrahlung elektromagnetischer Störungen kann nie ganz unterdrückt werden. Allerdings wird durch Maßnahmen wie Anpassung von Leiterlängen, Einsatz von Entstördrosseln (Spulen in Reihe von Leitern) und Kondensatoren (die hochfrequente Energie z. B. zur Erde oder nach Masse ableiten) oder ganzer auf diesem Prinzip beruhenden Entstörfilter die abgestrahlte Energie und somit die Reichweite der Störungen so gering wie möglich gehalten. Gleichzeitig helfen abgeschirmte Gehäuse und Leitungen die Störeinstrahlung so zu dämpfen, daß sie keinen Schaden mehr anrichtet (Abb. 3). Dabei muß

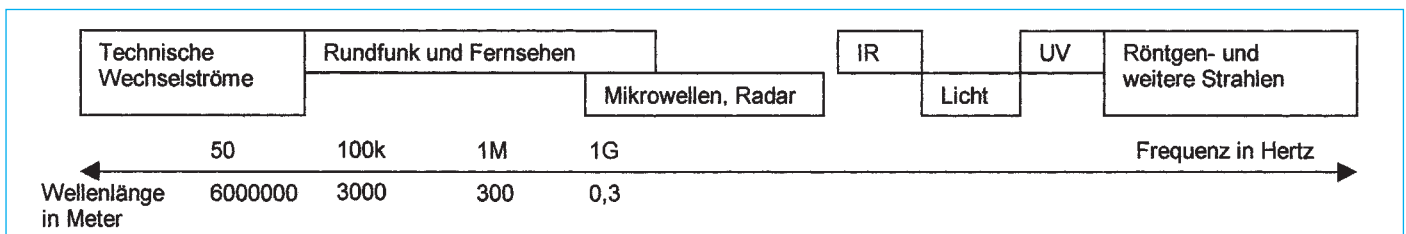


Abb. 2 Elektromagnetisches Spektrum (nicht maßstäblich)

den vom Radio bekannten **Langwellenbereich**. Höhere Frequenzen liefern **Mittelwellen**, dann folgen **Kurz- und Ultrakurzwellen**. Mit zunehmender Frequenz werden die Wellenlängen immer kleiner (Frequenzen im Gigahertzbereich erzeugen z. B. die bekannten Mikrowellen), und die Ingenieure erschließen immer höhere Frequenzen für die Nachrichtenübermittlung (Abb. 2). Eine Besonderheit ist dabei allen Wellen gemeinsam:

bei der Phasenanschnittsteuerung entstehen, Frequenzspektren bis weit in den oberen Megahertzbereich! Und bei diesen Frequenzen passiert es: Plötzlich werden uns vertraute Leitungen mit Längen im Zentimeterbereich zu „elektrisch langen Leitungen“, also zu Sende- und Empfangsantennen! Hierbei strahlen elektronische Anlagenkomponenten einerseits Funkstörwellen ab, andererseits arbeitet Elektronik mit zum Teil sehr kleinen Signalen, die dadurch eben auch empfindlich gestört werden können. Man bringe einmal ein Radio, das auf Langwelle eingestellt ist, in die Nähe der Phasenanschnittsteuerung eines Dimmers. Sucht man dann einen Sender, zeigt sich entlang des gesamten Frequenzbereiches ein breites Störpektrum! Das populärste Beispiel solcher „elektromagnetischer Unverträglichkeit“

der Konstrukteur ebenfalls daran denken, daß Hochfrequenz auch drahtgebunden, also über die Leitungen selbst, übertragen wird. Daher sind auch beispielsweise die Netzzuleitungen von elektronischen Baugruppen entsprechend verdrosselt.

Die EMV-Bestimmungen legen fest, daß die Abstrahlung wie auch die Einstrahlung hochfrequenter Störungen so weit verringert bzw. gedämpft wird, daß sich elektrotechnische Geräte nicht gegenseitig stören.

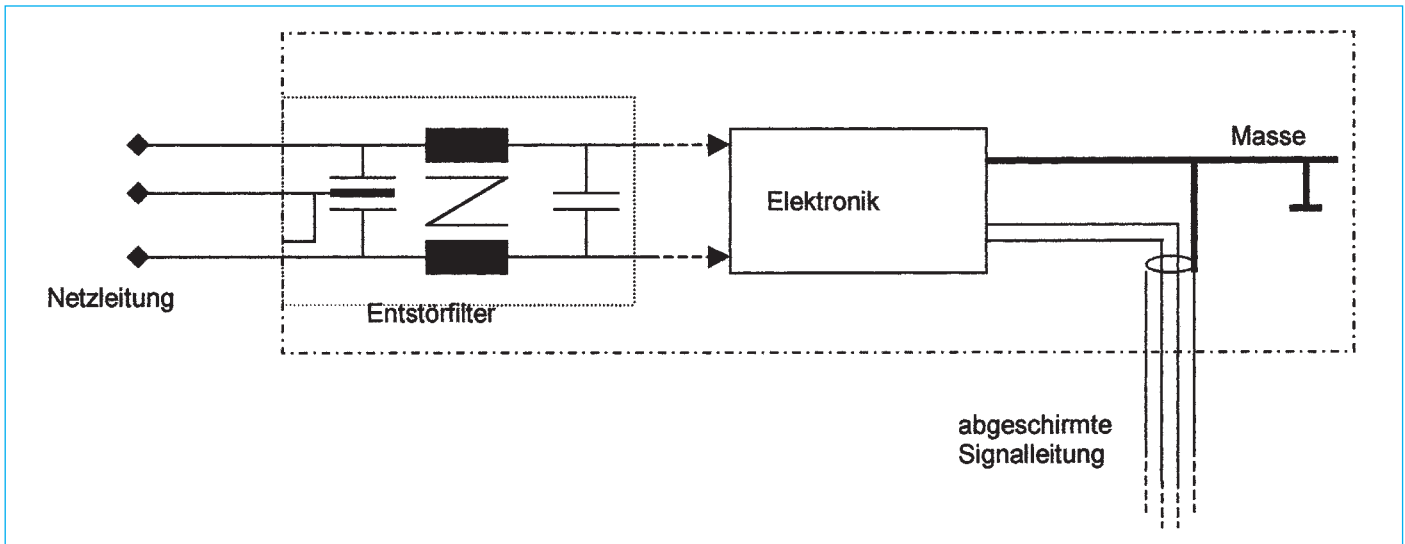


Abb. 3 Beispiel zur EMV-gerechten Konstruktion

Da der Praktiker im allgemeinen nicht über ein Hochfrequenzlabor mit Meßmöglichkeiten für Funkwellen verfügt, bleibt ihm oft nur das Arbeiten nach bestimmten Faustregeln, um nicht mit den Störungen böse Überraschungen zu erleben:

1. Einbauanleitungen elektronischer Komponenten unbedingt beachten
2. Entstörglieder (meist RC-Filter) parallel zu Schutzspulen einsetzen
3. Entstörglieder so nah wie möglich an der Störquelle montieren
4. Verwendung von Steuertransformatoren
5. Abgeschirmte Leitungen für Signale verwenden. Abschirmung dabei nur an einem Punkt mit Masse oder Erde verbinden (Vermeidung vom Brummschleifen durch Mantelströme)
6. Energie- und Signalleitungen nie parallel verlegen oder womöglich bündeln
7. Signalleitungen (auch abgeschirmte!) nicht in der Nähe von Transformatoren oder Spulen verlegen (Schirmung gegen Magnetfelder ist schwieriger als gegen elektrostatische Felder!)
8. Bei Wahlmöglichkeit die richtige Form für Signale und Daten wählen (so sind z. B. Strom-Einheitssignale bei langen Leitungen störungsempfindlicher als Spannungssignale)
9. Bei Reparaturen stets den Originalzustand wiederherstellen, also auch Abschirmbleche und Gehäuse wieder aufsetzen

10. Gegebenenfalls Einsatz von abgeschirmten Gehäusen und zusätzlichen Netzfiltern (handelsüblich)

Konsequenzen

In Zukunft wird man also diesen Dingen verstärkt die Aufmerksamkeit schenken müssen, da in zunehmendem Maße auch in der Kältetechnik die Elektronik Einzug gehalten hat und noch immer an Bedeutung gewinnt. Störungen können sich dabei weder der Kunde noch seine Nachbarn

Anzeige

leisten. Er wird daher, wenn es Probleme gibt, stets auf den Lieferanten der Anlage verweisen, der dafür geradezustehen hat, daß sie mit den einschlägigen Bestimmungen konform geht! Hier kann Nachbesserung unter Umständen recht teuer werden; man sollte daher bereits im Vorfeld an die elektromagnetische Verträglichkeit denken und nicht allzu provisorisch planen und bauen, denn Ein- und Abstrahlen von Störungen kann oft mit einfachen Mitteln weitgehend unterdrückt werden!

Fortsetzung folgt! □