

Erdung und Potenzialausgleich im Schaltschrank

Anforderungen und Möglichkeiten für die praxisgerechte Installation

In der Steuerungstechnik von Maschinen und Anlagen aber auch in Daten- und Telekommunikationsanwendungen ist die EMV-gerechte Installation und insbesondere das Thema Erdung und Potenzialausgleich von herausragender Bedeutung und immer wieder diskutiert. Die Hersteller und Errichter elektrischer Geräte und Systeme benötigen konkrete Hilfen, um kostengünstig optimale EMV-Eigenschaften ihrer Produkte zu erzielen. Der gut belegbaren Auswahl von Filter-, Überspannungsschutz- und Schirmungsmaßnahmen stehen bei Erdung und Potenzialausgleich Normenanforderungen unterschiedlicher Schwerpunkte und allgemeine Lehrbuchaussagen gegenüber. Die Praxistipps zur EMV-gerechten Installation sollen eine einfache Hilfestellung bieten.

B.03

Grundsätzliche EMV Betrachtungen für den Schaltschrankbau

Die Normen zur EMV von Geräten und Systemen beinhalten Grenzwerte, deren Einhaltung grundsätzlich nur durch Messungen bestätigt werden kann. Für die Hersteller von Steuer-

► Autor

Dipl.-Ing. (Univ.) HARTMUT LOHREY ist Fachreferent im Marketing Technischer Vertrieb von Rittal;
Auf dem Stützelberg, D-35745 Herborn
Fon: +49/2772/505-2757
Fax: +49/2772/505-2784
E-Mail: lohrey.h@rittal.de

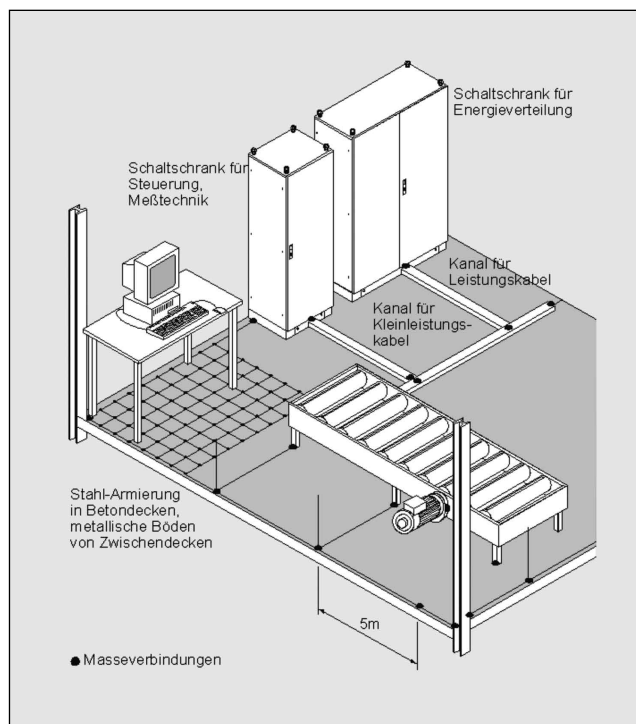


Abb. 1:
Vermaschter Potentialausgleich

ungen für Maschinen und Anlagen sind diese Messungen nicht immer durchführbar und es wird überwiegend nach dem Ansatz der Konformitätsvermutungsverfahren. Hierbei wird aus der Konformitätserklärung der Komponenten, der Einhaltung der Hersteller spezifischen Aufbauanleitungen und der Beachtung des ‚Standes der Technik‘ die Einhaltung der Schutzziele geschlossen.

Immer wieder taucht in diesem ‚Konformitätsbewertungsverfahren‘ die Frage nach der EMV-gerechten Installation und Verkabelung auf und speziell nach konkreten Normvorgaben. Da es diese meist aber nicht gibt stellt sich für den Steuerungsbauer die Frage, was zu tun ist.

Die Befolgung grundlegender Installations- und Verkabelungsregeln zielt in dem Beeinflussungsmodell aus Störquelle – Übertragungsweg / Kopplung – Störsenke auf die Verringerung der Kopplung. Speziell die Maßnahmen zum EMV-gerechten Potenzialausgleich sollen im Folgenden zu einfachen Empfehlungen formuliert werden.

EMV und Personenschutz

Installations- und Verkabelungsmaßnahmen zur Erzielung der EMV sind häufig gemeinsam mit den Maßnahmen zum Schutz der Bediener vor berührungsgefährlichen Spannungen zu

betrachten und kommen gelegentlich mit solchen Maßnahmen auch in Konflikt. Dem Personenschutz gehört in diesen Fällen selbstverständlich der Vorrang und unter Umständen müssen alternative EMV-Maßnahmen gesucht werden. Die gewählte elektrische Schutzmaßnahme für die Systeme ist in hohem Maß abhängig von der Netzform der Niederspannungsverteilung, welche auch gravierenden Einfluss auf die Gestaltung der Maßnahmen zum EMV-gerechten Potenzialausgleich hat.

Die Netzformen mit den Personenschutzmaßnahmen und ihren Auswirkungen auf die EMV sind in der Tabelle 1 dargestellt.

Eine detailliertere Betrachtung soll an dieser Stelle unterbleiben, sie ist in zahlreichen Fachbüchern zu finden.

Die Störgrößen, deren Ausbreitung und Folgen von den Maßnahmen zur Erdung und zum Potenzialausgleich beeinflusst werden, sind Ausgleichsströme, die vielfältigen Ursprungs sein können. Eine Einteilung der Aufkommensgebiete der Ausgleichsströme in der Gebäudeinstallation in

- ▶ Vagabundierende Ausgleichs- und Neutralleiterströme
- ▶ Ströme aus Blitzentladungen in Fangeinrichtungen sowie aus Erd- und Kurzschlussvorgängen im Versorgungsnetz
- ▶ Ströme aus Kopplungen

kann für den Schaltschrank auf den letzten Punkt reduziert werden. Die beiden wesentlichen Kopplungsarten sind hier die galvanische und die induktive Kopplung, über die Potentialdifferenzen erzeugt und dadurch Ströme in Leiterschleifen getrieben werden. Aber auch von hochfrequenten elektromagnetischen Feldern werden in leitenden mechanischen Maschinen- und Anlagenteilen – zu denen auch die Gehäuse vom Klemmenkasten bis zum Schaltschrank gehören – die in Größenordnungen von Antennen sind ($\sim l = \lambda/2, \lambda/4; \lambda = \text{Wellenlänge der höchsten auftretenden Frequenz}$), entsprechend der auftretenden Feldstärkekomponente Ströme hervorgerufen. Diese Ausgleichsströme wiederum können ihrerseits in Baugruppen zu Fehlfunktionen oder gar Beschädigungen führen.

Erdung und Potenzialausgleich

Wurde früher allgemein empfohlen, die Potenzialausgleichsstrukturen stern- oder baumförmig auszuführen, werden heute aus EMV-Gründen maschenförmige Ausbildungen (Abb. 1) bevorzugt. Dies gilt nicht nur für Gebäude- oder Anlagenteile oder Aufstellorte von Maschinen, sondern auch für den Schaltschrank, wo sich dieser Aufbau besonders einfach umsetzen lässt.

Mit der Montageplatte steht im Schaltschrank bereits eine ideale Äquipotenzialfläche zur Verfügung, auf der alle Baugruppen leitend miteinander verbunden aufgebaut werden können. Die Schutzleiterverbindungen zur Montageplatte sind wegen ihrer kurzen Längen bei ausreichenden Querschnitten auch für den EMV-gerechten Potenzialausgleich völlig ausreichend. Eine leitende Verbindung aller mechanischen Ausbauteile sowie aller abnehmbarer oder zu öffnender Teile des Schrankes und des Schrankkörpers mit der Montageplatte sorgt dann dafür, dass auch nicht an der Montageplatte befestigte Geräte oder Baugruppen in diesen Potenzialausgleich optimal einbezogen werden.

Eine Abwägung, ob einfache oder mehrfache Verbindung der leitfähigen Teile zur Montageplatte ausreichend oder nötig sind, ist unter Berücksichtigung der Größe der Teile und der Kosten (insbesondere Montage-) im Einzelfall vor zu nehmen. Dabei ist auch von Bedeutung, ob Hochfrequenzenergie im System verarbeitet wird und dadurch Ausgleichsströme hervorgerufen werden, deren Wellenlängen im Bereich der Systemabmessungen liegen, und die damit von leitenden mechanischen Strukturen abgestrahlt werden können. In solchen Fällen ist eine mehrfache Verbindung mit Abständen kleiner $\lambda/10$ unabdingbar.

Dies ist auch der Grund für die Ablehnung sternförmiger Schutzleitersysteme, bei denen Gehäuse- und Schaltungsbaugruppen mit der Schutzleiter- (Erdungs-) Schiene über grün/gelbe Erdungsbänder mit Rundleiterquerschnitten von 6 mm^2 bis 16 mm^2 verbunden sind. Solche Erdungsbänder stellen sowohl sende- wie auch empfangsseitig für Frequenzen ab ca. 50 MHz gute Antennen im Schrank dar ($\lambda/2, \lambda/4$).

Für die Ausführung der Kontaktstellen der Erdungs-/Potenzialausgleichsbänder wird in Lehrbüchern und auf EMV-Seminaren immer wieder die großflächige Kontaktierung hervorgehoben. Diese stellt bei metallisch blanken, gegen Korrosion geschützten Metallteilen kein Problem dar, ist aber in lackierten oder beschichteten Schränken und Gehäusen nur mit erheblichem Arbeitsaufwand in der Montage, mit Blankschleifen und nach der Verbindungsherstellung wieder Versiegeln, realisierbar. Aus theoretischen Betrachtungen sicherlich als Maßnahme unbestritten, ist aus Kosten- und damit Wettbewerbsgesichtspunkten die Notwendigkeit dieses Aufwands zur Verbesserung gegenüber Verbindungen über Kontakt- oder Zahnscheiben in den meisten Anwendungsfällen zu bezweifeln.

Gleiches gilt für die Erdungsbänder selbst, die als flache Geflechtbänder mit einem Länge-zu-Breite-Verhältnis $L/B < 3$ optimal ausgeführt werden sollten. Für Ausgleichsströme mit Frequenzen oberhalb ca. 10 MHz über diese Erdungsbänder ist die Induktivität und

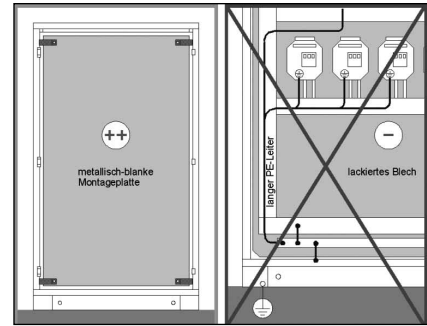
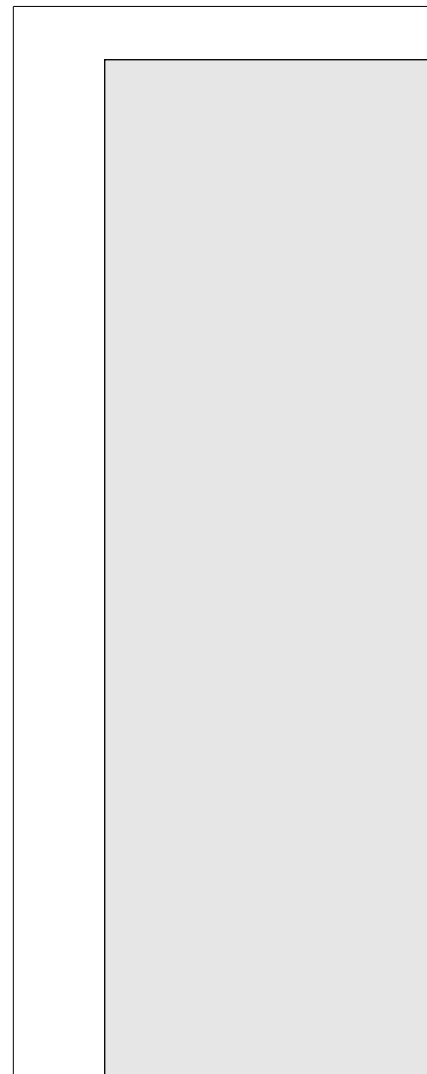


Abb. 2 :Montageplatte als Potenzialausgleichsfläche

damit der Wechselstromwiderstand ca. 20 Prozent geringer als bei Rundleitern gleichen Querschnitts, in der Anwendung werden aber in den seltensten Fällen derartige Ströme in einer Größe erzeugt, die benachbarte Baugruppen beeinflussen könnte.

Die Länge der Erdungsbänder sollte – wie bereits angedeutet – einige Zentimeter bis wenige 10 cm betragen. Das oben erwähnte ideale Länge-zu-Breite-Verhältnis lässt sich hier nicht mehr ökonomisch realisieren (die Breite des Bandes müsste 3,3 cm überschreiten!). In

B.03



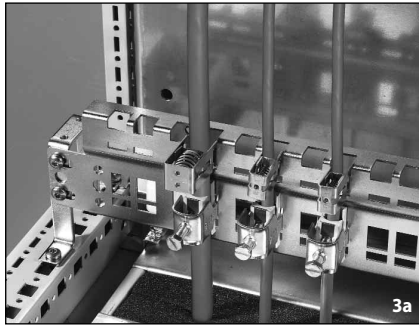


Abb. 3a, b:
Kabelabfangschiene mit Potenzialausgleichsmöglichkeit; Zugentlastung und Schirmkontaktierung

der Praxis werden im Schaltschrank daher meist Geflechtdrungsänderungen zwischen 10 mm² und 25 mm² eingesetzt.

Zusammenfassung

Im Schaltschrank sollte ein vermaschter Potenzialausgleich zwischen allen leitfähigen Gehäuseteilen, Geräte- und Baugruppengeräten verwendet werden. Die metallisch blanke Montageplatte (Abb. 2) kann die Funktion einer Potenzialausgleichs-Sammelschiene übernehmen. Potenzialausgleichsleiter sollten so kurz und querschnitts-/oberflächengroß wie möglich sein, die Kontaktstellen sollten großflächig und gegen Korrosion geschützt sein.

Die Verkabelung im Schaltschrank sollte hinsichtlich der geführten Signale oder Energien in Klassen eingeteilt und entsprechend in separaten Wegen auf der Oberfläche der Montageplatte verlegt werden. Der Schirm geschirmter Kabel sollte sowohl an der Anschlussstelle der Gerätebaugruppe als auch an der Ein-/Austrittsstelle des Schaltschranks mit möglichst großem Umschlingungswinkel zum Potenzialausgleich gebracht werden.

Bei Befolgung dieser wenigen Installations-Grundregeln zum EMV-gerechten Schaltschrankbau ist das Risiko unerwünschter Beeinflussungen für erfahrungsgemäß mehr als 90% aller industriellen Schaltschrankanwendungen ausreichend verringert.

B.03

Tabelle 1: Netzformen, Personenschutzmaßnahmen, EMV-Eigenschaften		
Netzformen	Personenschutzmaßnahmen	EMV-Eigenschaften
TN-C , Schutzleiter und Neutralleiter im PEN gemeinsam verlegt	Abschaltung durch Überstromschutzeinrichtungen (immer erforderlich) oder FI-Schutzeinrichtungen	Stark EM unverträglich, N-Ströme können sich ausbreiten, große Potentialdifferenzen zwischen Betriebsmitteln möglich
TN-C-S , Schutzleiter und Neutralleiter im PEN gemeinsam verlegt, getrennte Verlegung in Teilbereichen möglich	Abschaltung durch Überstromschutzeinrichtungen (immer erforderlich) oder FI-Schutzeinrichtungen	EM unverträglich, N-Ströme teilweise im Potenzialausgleich, Potentialdifferenzen zwischen Betriebsmitteln möglich
TN-S , Schutzleiter und Neutralleiter im System verbunden (Hauptverteilung), jedoch getrennt verlegt	Abschaltung durch Überstromschutzeinrichtungen oder FI-Schutzeinrichtungen	Sehr gute EMV-Eigenschaften, empfohlene Lösung
TT	Überstromschutzeinrichtungen erforderlich aber zur Abschaltung meist nicht ausreichend, FI-Schutzeinrichtungen nötig	EMV gerecht, aber negativ bei Datenübertragung zwischen Gebäuden
IT	Isolationsüberwachung, Überstromschutzeinrichtungen erforderlich	EMV gerecht ohne Probleme

Beitrag als PDF im Internet:

www.publish-industry.net
more @ click EK3B0304



LESETIPP

? Sie sind Anbieter von Produkten und Dienstleistungen für die EMV oder CE-Kennzeichnung und möchten sich in der kommenden Jahresausgabe des EMC KOMPENDIUMs präsentieren?

Wir informieren Sie gerne über Beteiligungsmöglichkeiten. Rufen Sie unsere Anzeigenabteilung an (Fon: +49/89/50 03 83-16) !

