

Zeitschrift: Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe = Bulletin technique / Entreprise des postes, téléphones et télégraphes suisses = Bollettino tecnico / Azienda delle poste, dei telefoni e dei telegrafi svizzeri

Herausgeber: Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe

Band: 64 (1986)

Heft: 8

Artikel: Die Entwicklung der Hybriderdung bei den PTT von 1976 bis 1986 = Mise à la terre hybride aux PTT, évolution de 1976 à 1986

Autor: Montandon, Eric

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-875040>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 16.03.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Die Entwicklung der Hybriderdung bei den PTT von 1976 bis 1986

Mise à la terre hybride aux PTT, évolution de 1976 à 1986

Eric MONTANDON, Bern

Zusammenfassung. Im Laufe der letzten zehn Jahre haben sich durch den zunehmenden Einsatz digitaler Systeme die Anforderungen an die Erdung und Installationen zur Erhöhung der elektromagnetischen Verträglichkeit gewandelt. Konkret liegt heute eine neue Erdungs- und Installationsstrategie vor, die als Hybriderdung bezeichnet wird. Dank ihr werden Neuanlagen in ein besser definiertes Umfeld gestellt, wodurch die Anforderungen an Störemissionen und Störempfänglichkeit klarer spezifiziert und kontrolliert werden können. Im Beitrag werden der Werdegang zur Hybriderdung gezeigt, ihre technischen Hauptaspekte vorgestellt, ihre Wirksamkeit dargestellt und die gebietsüberschneidende Aufgabe des EMV-Praktikers erläutert, eine Aufgabe, die ein möglichst gesamtheitliches Denken erfordert, damit die EMV-Richtlinien den Anlagen und nicht die Anlagen den Richtlinien dienen.

Résumé. Au cours des 10 dernières années, l'emploi toujours plus fréquent de systèmes numériques et la nécessité d'améliorer la compatibilité électromagnétique se sont traduits par une évolution des exigences posées à la mise à la terre des installations. Aujourd'hui, on dispose d'une nouvelle stratégie applicable à la mise à la terre et à l'établissement d'installations, qui est appelée mise à la terre hybride. Elle permet de placer les nouvelles installations dans un environnement mieux défini, d'où la possibilité de spécifier et de contrôler plus clairement les exigences en matière d'émissions parasites et de sensibilité aux perturbations. L'auteur décrit comment on en est venu à la mise à la terre hybride, les caractéristiques techniques essentielles de cette méthode, son efficacité et les tâches interdisciplinaires d'un praticien de la CEM, qui doit faire preuve d'un esprit de synthèse lui permettant de mettre les directives CEM au service des installations et non l'inverse.

Evoluzione della messa a terra ibrida presso le PTT dal 1976 al 1986

Riassunto. Nel corso degli ultimi dieci anni, con l'uso sempre più frequente di sistemi digitali, le esigenze a cui devono rispondere la messa a terra e le installazioni perché aumenti la compatibilità elettromagnetica sono mutate. Oggi per la messa a terra e l'installazione si applica una nuova tecnica, chiamata messa a terra ibrida. Grazie ad essa, gli impianti nuovi sono installabili in ambienti meglio definiti e quindi le esigenze in materia di emissioni di disturbi e di sensibilità ai disturbi possono essere specificate e controllate in modo più chiaro. L'autore mostra l'evoluzione, gli aspetti tecnici principali e l'efficienza della messa a terra ibrida e illustra i compiti svolti dall'esperto in materia; compiti che richiedono una visione globale delle cose affinché le direttive sulla compatibilità elettromagnetica servano agli impianti e non viceversa.

1 Geschichtliches

Ausgelöst durch verschiedene erdungstechnische Anfragen, startete die Hauptabteilung Forschung und Entwicklung der Generaldirektion PTT im Herbst 1976 eine Umfrage über die bei der PTT angewandten Erdungspraktiken für teil- und vollelektronische Systeme. Damals war EMV noch kein Modewort. Die Antworten ergaben ein kunterbuntes Bild. Vieles blieb offen und verlangte nach einer gründlichen Untersuchung. Ungetrennt von den systemeigenen Erdungsfragen mussten die Anforderungen für einen optimalen Blitzschutz geklärt werden. Dazu waren umfangreiche Untersuchungen an Modellen und Gebäuden erforderlich, besonders um Bedrohungswerte von blitzinduzierten Überspannungen im Gebäudeinnern zu erhalten [1, 2].

In Zusammenarbeit mit den entsprechenden Fachdiensten wurde in Zürich eine Telexzentrale erdungstechnisch so aufgebaut, dass für Messzwecke ein wahlweiser Betrieb mit vermaschter oder mit sternförmiger Erdung möglich war. Die Ergebnisse sprachen für ein Erdungskonzept, das zumindest systemfremde Ströme von den systemeigenen Strömen weitgehend fernhält. Mit anderen Worten: Die Erdung der Elektronikstromkreise darf nicht mit der allgemeinen Gebäudeerdung vermascht sein [3].

Die nötige Änderung der Erdungsphilosophie bei den PTT konnte jedoch nicht aufgrund einiger weniger Messungen beantragt werden. Die geplante Einführung elektronischer Vermittlungssysteme und anderer Datenverarbeitungsanlagen (Telepac usw.) erforderte aber eine klare Linie, auch die Erdung und Installation betreffend,

1 Aperçu historique

Pour faire suite à diverses questions concernant les techniques de mise à la terre, la Division principale de la recherche et du développement de la Direction générale des PTT a procédé à une enquête en automne 1976. Elle a porté sur les diverses méthodes de mise à la terre utilisées dans les systèmes entièrement et partiellement électroniques des PTT, étant entendu que la notion de compatibilité électromagnétique (CEM) n'était alors pas encore un mot vedette. L'extrême disparité des réponses reçues révéla que de nombreux problèmes en suspens exigeaient un examen approfondi. Il s'agissait non seulement d'élucider les multiples exigences posées à un dispositif optimal de protection contre la foudre, mais encore de les traiter en relation avec les problèmes de mise à terre spécifiques du système considéré. C'est pourquoi il fallut procéder à des études approfondies sur des modèles et des ouvrages, pour déterminer en particulier les valeurs critiques que peuvent atteindre les surtensions dues à la foudre à l'intérieur des bâtiments [1, 2].

Avec la collaboration des services spécialisés, la mise à la terre d'un central télex de Zurich fut établie de manière qu'on puisse l'exploiter au choix, à des fins de mesure, en tant que configuration maillée ou en étoile. Les résultats militaient en faveur d'une conception de mise à la terre séparant pour le moins les courants extrinsèques des courants intrinsèques. En d'autres termes: la mise à la terre des circuits électroniques ne doit pas être maillée avec la terre générale du bâtiment [3].

Toutefois, on ne pouvait proposer de modifier la conception de la mise à la terre des PTT, comme cela

um vielfältigen Erdungsmöglichkeiten nicht ins Unüberschaubare anwachsen zu lassen.

Es wurden deshalb ausführliche Untersuchungen an in Betrieb stehenden Durchschalteinheiten eines digitalen Übermittlungssystems durchgeführt, um das Verhalten dieses Systems gegenüber verschiedenen Störeinflüssen bei unterschiedlichen Erdungs- und Installationsbedingungen zu studieren und zu beurteilen [4].

Nach Abschluss dieser Untersuchungen wurden die Hauptaspekte der neuen Anforderungen in knapper Richtlinienform zusammengestellt und Projektleitern sowie Lieferanten für die Installation neuer Ausrüstungen zur Anwendung empfohlen. Gewisse Lieferanten erarbeiteten aufgrund dieser Grundlagen eigene «Handbücher» für die Installation ihrer Systeme, wobei die spezifischen Richtlinien zum Teil noch verschärft wurden.

Die EMV-Gruppe wurde beauftragt, einen detaillierten Vorschlag für Planungsrichtlinien für Erdung, Installation und Blitzschutz elektronischer Ausrüstungen in Neu- und Altbauten auszuarbeiten [5].

Nicht zuletzt verhalten die schlechten EMV-Erfahrungen mit einer Anlage, die noch nicht konsequent gemäss diesen Empfehlungen installiert worden war, den Richtlinien zum Durchbruch. Anhand des detaillierten Richtlinienentwurfs erarbeitete eine Arbeitsgruppe die definitiven «Planungs- und Installationsrichtlinien für die Erdung und elektromagnetische Verträglichkeit elektronischer Fernmeldeausrüstungen». Sie wurden im Sommer 1985 von der Hauptabteilung Fernmeldebau der Generaldirektion PTT herausgegeben [6]. Vorgängig wurden die neuen Grundsätze bereits in das Pflichtenheft für die Lieferanten des «Integrierten Fernmeldesystems» (IFS) aufgenommen, so dass bereits die ersten dieser Anlagen gemäss den neuen Richtlinien installiert werden konnten.

Nach teuren Erfahrungen mit elektronischen Haustelefonzentralen bezüglich deren Empfindlichkeit gegenüber Überspannungen, meist atmosphärischen Ursprungs, gelangen dieselben Grundsätze nun auch für diese Ausrüstungen zur Anwendung, und zwar als «Planungs- und Installationsrichtlinien für die Erdung und elektromagnetische Verträglichkeit elektronischer Teilnehmerausrüstungen» (zur Zeit in Vernehmlassung). PTT-Erfahrungen haben ihren Niederschlag auch in der Neuauflage der Leitsätze des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins (SEV) für Blitzschutzanlagen [7] gefunden, und zwar besonders im Kapitel «Blitzschutzmassnahmen für Gebäude mit Kommunikationssystemen».

2 Übersicht der wichtigsten technischen Aspekte der neuen Richtlinien

Figur 1 zeigt die an der EMV beteiligten Objekte: Störquelle, Verbindungsweg und Störpfer [8]. Massnahmen zur Erhöhung der EMV sind bekanntlich in der Regel bei allen drei Objekten möglich. (Eine Ausnahme bildet z. B. der natürliche Blitz als Störquelle.) Wirtschaftlich sinnvolle Anforderungen an Störquelle und Störpfer sind aber leichter zu erreichen, wenn klare Angaben über den Verbindungsweg (auch Verknüpfung oder Kopplung genannt) vorliegen. Im Definieren dieser

aurait été nécessaire, en se fondant sur quelques mesures seulement. L'introduction de nouveaux systèmes de commutation électroniques et d'autres installations informatiques (Télépac, etc.) exigeaient cependant une politique claire, également en ce qui concerne les mises à la terre et l'installation, si l'on voulait éviter la prolifération désordonnée des très nombreuses possibilités praticables.

En conséquence, des essais approfondis ont été effectués sur des unités de commutation opérationnelles d'un système de transmission numérique, pour qu'il soit possible d'étudier et d'évaluer son comportement à l'égard de diverses influences perturbatrices dans des conditions d'installation et de mise à la terre différentes [4].

A l'achèvement de cette étude, les principaux aspects des nouvelles exigences ont été récapitulés sous forme de directives succinctes, dont l'application lors de l'installation de nouveaux équipements a été recommandée aux responsables de projets et aux fournisseurs. En se fondant sur ces principes, certains fournisseurs ont élaboré leurs propres «manuels» pour l'installation de leurs systèmes, dans lesquels les points spécifiques se rapportant aux directives sont en partie encore plus sévères.

Mandat a été donné au groupe CEM d'établir une proposition détaillée concernant des directives de planification pour la mise à la terre, l'établissement d'installations et la protection contre la foudre d'équipements électroniques dans les anciens et les nouveaux bâtiments [5].

Ce sont en particulier les mauvaises expériences faites dans le domaine de la CEM avec une installation qui n'avait pas été établie systématiquement d'après ces recommandations qui ont permis à ces directives de s'imposer. En se fondant sur le projet détaillé de ces directives, un groupe de travail a élaboré la version définitive des «Directives de planification et d'installation pour la mise à la terre et la compatibilité électromagnétique d'équipements de télécommunication électroniques». Ces directives ont été publiées au cours de l'été 1985 par la Division principale de l'équipement des télécommunications de la Direction générale des PTT [6]. Au préalable, les nouveaux principes ont été repris dans le cahier des charges des fournisseurs du «système de télécommunication intégré» (IFS), de sorte que les premiers équipements répondant aux nouvelles directives ont déjà pu être installés.

Après les expériences coûteuses faites avec les centraux téléphoniques électroniques d'abonnés quant à leur sensibilité à l'égard des surtensions – en général d'origine atmosphérique – les mêmes principes ont été appliqués pour ces équipements, sous la forme de «Directives de planification et d'installation pour la mise à la terre et la compatibilité électromagnétiques d'équipements électroniques d'abonnés» (qui font actuellement l'objet d'une procédure de consultation). Les expériences des PTT se sont également répercutées sur la nouvelle édition des recommandations de l'Association suisse des électriciens (ASE) pour les installations de protection contre la foudre [7], particulièrement dans le chapitre «Mesures de protection contre la foudre pour

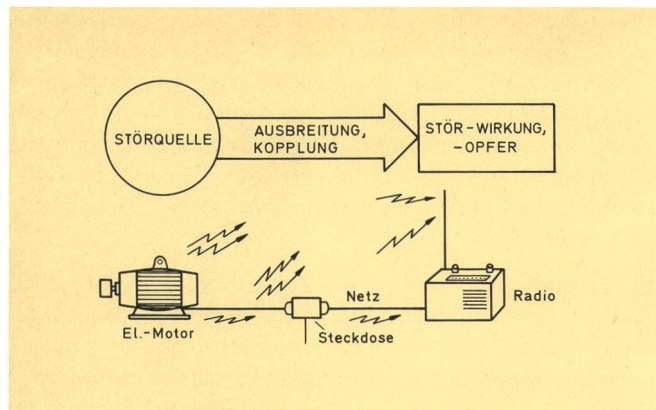


Fig. 1
Systematik der Störbeeinflussung
Systématique des perturbations
 Störquelle – Source de perturbations
 Ausbreitung, Kopplung – Propagation, couplage
 Störwirkung, -opfer – Effet de la perturbation, objet perturbé
 El. Motor – Moteur électrique
 Steckdose – Prise
 Netz – Réseau
 Radio – Récepteur radio

Kopplung liegen auch die Hauptmöglichkeiten der PTT, denn die Kopplung wird im wesentlichen durch die Art der Erdung und der Installation (Kabelart und Kabelverlegung) bestimmt.

Das Prinzip der erdungs- und installationstechnischen Massnahmen ist in *Figur 2* dargestellt; es wird als «Hybriderdung» bezeichnet. In den ersten einschlägigen Berichten und Richtlinien-Vorschlägen wurde dafür noch der Ausdruck «definierte Erdung» verwendet.

Die Hauptmerkmale der Hybriderdung sind:

- Ein gut vermaschtes Leiternetz dient als *Systemerde*
- Die Systemerde ist *nur an einem Ort* (zentraler Erdungspunkt) mit fremden Erdleitern verbunden. Diese Massnahme verlangt eine klare Isolation der Systemerde von übrigen Erden (isolierte Gestellmontage)
- Jede Systemerde kann entweder einen eigenen zentralen Erdungspunkt (ZE) besitzen, oder ein einziger ZE kann für mehrere Systemerden dienen
- Die Impedanz zwischen verschiedenen zentralen Erdungspunkten muss niedrig sein (z. B. geschirmte Kabelschächte)
- Alle Kabel, die in den Bereich der Systemerde eingeführt werden, sind über den zugehörigen zentralen Erdungspunkt zu führen
- Kabelabschirmungen sind in der Regel beim zentralen Erdungspunkt und an der Systemerde zu erden
- Systemfremde Kabel, die den Systembereich durchqueren, sind von systemeigenen Kabeln bei Parallelführung in einem Abstand von 50 cm zu verlegen, um die induktive und kapazitive Kopplung gering zu halten
- Um blitzbedingte Überspannungen möglichst klein zu halten, wird entweder der Gebäudeblitzschutz einem faradayschen Käfig ähnlich ausgebildet (Reduktion des blitzbedingten Magnetfeldes) [2], oder die Leitungsführung im Gebäude wird so geplant, dass die dem Magnetfeld ausgesetzten Leiterschleifen möglichst klein sind [7].

les bâtiments abritant des systèmes de communication».

2 Aperçu des aspects techniques essentiels des nouvelles directives

La *figure 1* montre les éléments qui font partie de l'environnement CEM: source perturbatrice, voie de propagation ou de couplage et objet perturbé [8]. Comme on le sait, les mesures visant à améliorer la CEM ne sont pas toujours applicables aux trois éléments. (Les éclairs naturels, en tant que source perturbatrice, font par exemple exception à cet égard.) Il est cependant plus facile de poser des exigences économiquement raisonnables à la source perturbatrice et à l'objet perturbé lorsqu'on dispose d'indications claires sur la voie de propagation (on parle aussi de couplage). L'une des principales possibilités pour les PTT réside dans la définition de ce couplage, car il est essentiellement déterminé par le genre d'installation et de mise à la terre considérés (type de câble et méthode de pose).

Le principe des mesures touchant la technique d'installation et de mise à la terre est représenté à la *figure 2*; on parle en l'occurrence de «mise à la terre hybride». Dans les premiers rapports et propositions de directives en la matière, l'expression «mise à la terre définie» était

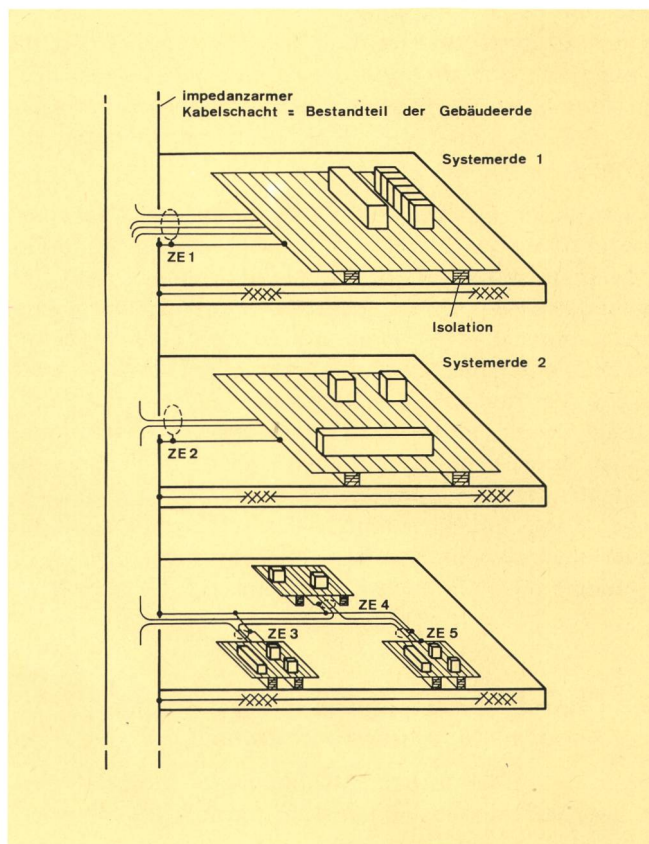


Fig. 2
Hybriderdung mit Blitzschutzpotentialausgleich auf jedem Stockwerk
Mise à la terre hybride avec équilibrage du potentiel de protection contre la foudre à chaque étage
 Impedanzarmer Kabelschacht = Bestandteil der Gebäudeerde – Gaine de câbles à faible impédance = partie intégrante de la terre du bâtiment
 Systemerde – Terre de système
 ZE Zentraler Erdungspunkt – Point central de mise à la terre

3 Anwendung in der Praxis

31 Grosssysteme

(PTT-Betriebsausrüstungen, wie IFS-Zentralen, Telepac usw.)

Eine in sich vermaschte Systemerde zu bilden, die mit der Gebäudeerde nur beim zentralen Erdungspunkt galvanisch verbunden ist, erfordert einige konstruktive Massnahmen.

Weil der Lieferant eines Systems für die EMV innerhalb seiner Systeme (Intra-EMV) allein verantwortlich ist, werden von der PTT keine Auflagen an Form und Dichte der Vermaschung seiner Systemerde gestellt. Auch ist es dem Lieferanten freigestellt, ob er die Signallerde seiner Elektronik in die Vermaschung einbeziehen will oder nicht.

Die Systemerde muss in Räumen mit oder ohne Hohlboden aufgebaut werden können. Sind Hohlböden bauseitig vorhanden, so muss die Systemerde gegenüber diesen isoliert werden, und zwar mit einer Spannungsfestigkeit von 10 kV, 1,2/50 μ s. Besonders ist darauf zu achten, dass keine leitenden Gestellverschraubungen verwendet werden, weil die antistatischen Hohlbodenplatten in der Regel zur Gebäudeerde gehören.

Gehört der Hohlboden in den Lieferumfang des Systemlieferanten, so kann dieser zur Systemerde gehören. Selbstverständlich muss in diesem Fall der Hohl- oder Kabelboden gegenüber der Gebäudeerde entsprechend isoliert sein.

Gegenüber systemfremden Gebäude- und Konstruktionsteilen (z. B. Lüftungskanäle, Wände) muss ein Sicherheitsabstand von 20 cm eingehalten werden. Diese Forderung ist besonders bei Kabelanlagen über den Gestellreihen mit Flächenrosten wichtig, damit eine leicht sichtbare und somit kontrollierbare Trennung erzielt werden kann. Sie dient zudem als wirksame Distanzierung zwischen blitzstromführenden und nicht blitzstromführenden Teilen im Falle eines direkten Blitzeinschlages in das Gebäude. Bei systemeigenen Hohlböden wird der Sicherheitsabstand am einfachsten durch die Verwendung metallfreier Anschlussplatten entlang den Wänden erreicht.

Einige Schwierigkeiten verursacht oft die Wahl und Ausbildung des zentralen Erdungspunktes. Lage und Ausdehnung richten sich nach den örtlichen Gegebenheiten, dem Aufstellungsplan der nötigen Verkabelung und den Möglichkeiten, um einen möglichst impedanzarmen Übergang von der Systemerde zur Gebäudeerde zu erhalten.

Entscheidend bei der Suche nach einer optimalen Lösung ist, dass man sich vom Grundsatz leiten lässt, keine Fremdströme in das System einzuschleppen, besonders auch nicht von aussen über die Kabelschirme.

Für den einwandfreien hochfrequenztauglichen Anschluss der Kabelschirme an eine Metallkonstruktion haben einige Lieferanten Lösungen gefunden (Fig. 3). Wichtig ist, dass diese Metallkonstruktion *keineswegs* über *mehr oder weniger lange Drähte* an die Gebäudeerde, sondern *grossflächig* entweder an eine Wand oder an eine Deckenarmierung angeschlossen wird.

encore utilisée. Les principales caractéristiques de la mise à la terre hybride sont:

- Un réseau de conducteurs bien maillé en tant que *terre de système*.
- La terre de système n'est reliée à d'autres conducteurs de terre qu'*en un seul point* (point de mise à la terre central). Cette mesure exige une isolation franche de la terre de système par rapport à d'autres conducteurs de terre (bâti en montage isolé).
- Chaque terre de système peut soit posséder son propre point de mise à la terre central (PC) ou un même PC peut être utilisé pour plusieurs terres de système.
- L'impédance entre les différents points de mise à la terre centraux doit être basse (par ex. gaines d'ascension ou canalisations de câbles blindées).
- Tous les câbles introduits à proximité de la terre de système doivent passer par le point de mise à la terre central dudit système.
- Les écrans des câbles seront en règle générale reliés à la terre de système au point central.
- Les câbles extrinsèques au système qui passent par le système considéré doivent, en cas de parallélismes, être posés à une distance de 50 cm des câbles appartenant au système, pour que le couplage inductif et capacitif demeure faible.
- Pour que les surtensions dues à la foudre soient aussi faibles que possible, on donnera au système de protection du bâtiment contre la foudre une forme ressemblant à celle d'une cage de Faraday (réduction du champ magnétique dû à la foudre) [2] ou on veillera à ce que les lignes posées dans le bâtiment et exposées à un champ magnétique ne forment si possible pas de boucles [7].

3 Application pratique

31 Grands systèmes

(Equipements d'exploitation des PTT, tels que centraux IFS, Télépac, etc.)

Réaliser une terre de système maillée galvaniquement reliée en un point central avec la terre du bâtiment exige la mise en œuvre d'un certain nombre de mesures relevant de la construction.

Le fournisseur d'un système étant seul responsable de la CEM à l'intérieur des éléments de son système (CEM intrasystème = d'origine interne), les PTT n'imposent aucune mesure quant à la forme et à la densité du maillage de la terre du système considéré. Le fournisseur est également libre d'intégrer la terre de signalisation de ses dispositifs électroniques dans le maillage ou non.

La terre de système doit pouvoir être posée dans des locaux avec ou sans faux planchers. Si les faux planchers du bâtiment en question sont déjà construits, la terre de système doit être isolée par rapport à ceux-ci (résistance à la tension de choc 10 kV; 1,2/50 μ s). On veillera tout particulièrement à ce que les bâtis ne soient pas fixés au sol par des vis métalliques, parce que les plaques antistatiques des faux planchers font en règle générale partie de la terre du bâtiment.

Si le fournisseur du système livre également le faux plancher, ce dernier peut faire partie de la terre de sys-



Fig. 3
Beispiel eines zentralen Erdungspunktes in einer IFS-Anlage
Exemple d'un point central de mise à la terre dans une installation IFS

Gute Lösungen sind auch jene, bei denen der zentrale Erdungspunkt direkt mit einem grossen Verteiler (Fern- oder Hauptverteiler) kombiniert ist. Hier lassen sich auch Überspannungsschutzelemente wirksam gegen das Eindringen von Überspannungen in das System einsetzen.

Figur 4 zeigt einen gemeinsamen zentralen Erdungspunkt (ZE) für zwei verschiedene Systeme, die im selben Raum installiert sind. Der ZE bildet einen Verteiler, der direkt an die Wandarmierung angeschlossen ist.

Figur 5 zeigt die Lösung für ein grosses IFS-System. Interessant an dieser Lösung sind die zwei zentralen Erdungspunkte (ZE1 und ZE2) auf demselben Stockwerk und die unterschiedliche Behandlung der Gleichstromspeisung. Dies beruht auf folgender Gegebenheit: Während für den ZE2 eine bestehende Gleichstromspeisung für verschiedene kleinere Systeme benützt wird und somit ausserhalb des ZE2 als systemfremd betrachtet werden muss, ist die Speisung für das am ZE1 angeschlossene System wegen des Leistungsbedarfs vollständig systemeigen. Der Systemerde-Bereich von System 1 reicht somit bis zur Stromversorgung. Die Trennung zum systemfremden Starkstromnetz befindet sich im Gleichrichter. Diese Gleichrichteranlage darf deshalb ausschliesslich nur zur Versorgung des Systems 1 benützt werden. Der Pluspol dieser Stromversorgung darf nur am ZE1 geerdet werden. Um im Fall eines Kurzschlusses des Minuspols im Gleichrichter gegen die Gebäudeerde den Kurzschlussstrom über ZE1 zum Pluspol des Gleichrichters führen zu können, bedarf es der entsprechend dimensionierten Erdungsleitung durch das System. Mit dieser Lösung wurde der kostspielige verlustbehaftete Umweg der mehrere 100 A führenden Gleichstromspeisung über ZE1 vermieden. Eine andere Lage des ZE1 kam der grossen Ansammlung von Kabeln aus dem entsprechenden Steigschacht nicht in Frage. Das Prinzip der Hybriderdung ist in diesem Beispiel nicht verletzt. In den geltenden Richtlinien jedoch ist diese Möglichkeit aus Konsequenzgründen nicht enthalten, damit Fehlinterpretationen möglichst vermieden werden. Das Beispiel zeigt jedoch die hohe Flexibilität der Hybriderdung.

tème. En pareil cas, le faux plancher ou le platelage doit bien entendu être isolé en conséquence par rapport à la terre du bâtiment.

Une distance de sécurité de 20 cm doit être maintenue par rapport à des éléments de bâtiment ou de construction ne faisant pas partie du système (par ex. canaux d'aération, parois). Cette exigence est particulièrement importante lorsque les câbles sont placés sur des plate-lages au-dessus des rangées de bâtis, ce qui permet de réaliser une séparation clairement visible et facile à contrôler. Cette distance est en outre importante dans le cas d'une décharge atmosphérique directe sur le bâtiment, en tant que protection efficace entre les parties conduisant le courant de foudre et celles qui ne le conduisent pas. Dans le cas de faux planchers faisant partie du système, la manière la plus simple de réaliser cette distance de sécurité est la pose de plaques de jonction non métalliques le long des murs.

Il est en outre souvent difficile de choisir et de constituer un point central de mise à la terre. Sa situation et son étendue dépendent des conditions locales, du schéma de pose des câbles ainsi que de la possibilité de réaliser une connexion à impédance aussi faible que possible entre la terre de système et la terre de l'immeuble.

Lorsqu'on recherche une solution optimale, un principe d'importance décisive réside dans le fait qu'il faut éviter la pénétration de courants extrinsèques dans le système, en particulier aussi par le biais des écrans des câbles.

Un certain nombre de fournisseurs ont trouvé des solutions (fig. 3) pour connecter les écrans des câbles à une construction métallique qui répondent irrécusablement aux exigences des transmissions à haute fréquence. A cet égard, il est important que cette construction métallique ne soit *aucunement* reliée à la terre du bâtiment par des *conducteurs métalliques plus ou moins longs*, mais que cette connexion soit réalisée à *grande surface* soit à une paroi, soit aux fers d'armature d'un plafond.

Une bonne solution consiste aussi à combiner directement le point de mise à la terre central avec un grand répartiteur (répartiteur interurbain ou répartiteur principal). On peut ici efficacement mettre en place des éléments de parasurtensions évitant la pénétration de surtensions dans le système.

La figure 4 montre un point de mise à la terre central (PC) commun à deux systèmes distincts établis dans le même local. Le PC est un répartiteur directement connecté aux fers d'armature de la paroi.

La figure 5 montre la solution convenant à un grand système IFS. Cette solution a ceci d'intéressant que les deux points de mise à la terre centraux (PC 1 et PC 2) se trouvent au même étage et que le principe de l'alimentation en courant continu n'est pas le même pour chacun des systèmes, cela pour les raisons suivantes:

Alors qu'une source de courant continu existante alimente divers petits systèmes dans le cas de PC 2, qui doit être considérée comme extrinsèque au système par rapport à PC 2, l'alimentation du système raccordé à PC 1 fait entièrement partie de ce système, en raison de la

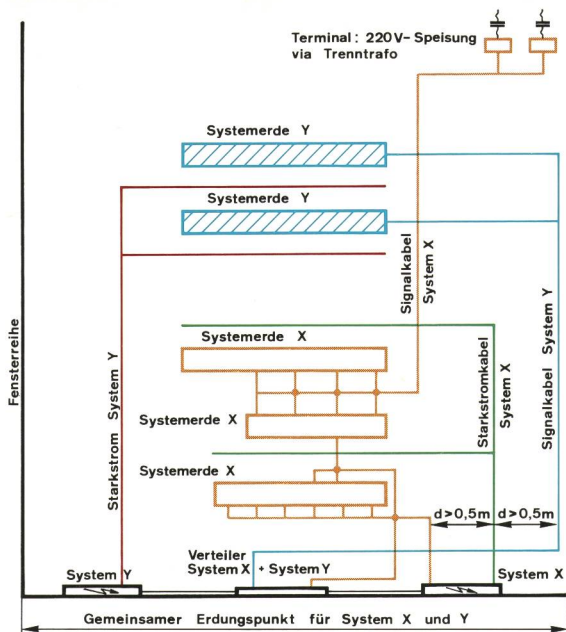


Fig. 4
Gemeinsamer zentraler Erdungspunkt für zwei verschiedene Systeme
Point central de mise à la terre commun à deux systèmes différents
 Zur Reduktion der gegenseitigen induktiven Beeinflussung sind die verschiedenen Kabelarten voneinander distanziert verlegt – Pour réduire les influences mutuelles par induction, on a posé les divers genres de câbles à une certaine distance les uns des autres
 Terminal: 220-V-Speisung via Trenntrafo – Terminal: Alimentation à 220 V par transformateur de séparation
 Systemerde – Terre de système
 Signalkabel System Y – Câble de signalisation système X
 Starkstromkabel System X – Câble à courant fort système X
 System X – Système X
 Verteiler System X – Répartiteur système X
 Gemeinsamer Erdungspunkt für system X und Y – Point de mise à la terre commun pour les systèmes X et Y

Um diese Flexibilität ausschöpfen zu können, muss aber der Zweck der Hybriderdung verstanden werden. Die Richtlinien sind schliesslich für die Anlagen geschaffen und nicht umgekehrt.

32 Teilnehmerrüstungen

Die neuen Richtlinien für *Teilnehmerrüstungen* beruhen auf demselben Grundgedanken wie die Hybriderdung: Fremdströme durch die Teilnehmerinstallationen sind zu vermeiden.

Im Gegensatz zu den Grosssystemen handelt es sich hier aber mehrheitlich um Einzelgeräte, die über lange Leitungen miteinander oft auch galvanisch verbunden sind. Deshalb sind in erster Linie grossflächige Leiter-schleifen – meist über den netzseitigen Schutzleiter gebildet – aufzutrennen. Netzgespeiste Teilnehmerapparate sind daher mit Vorteil gemäss der Schutzklasse II der IEC auszuführen, also ohne Schutzleiter. Stattdessen wird die doppelte Isolation (in der Schweiz 4 kV eff 50 Hz) angewendet. Wo aus Betriebsgründen eine Erdung nötig ist, muss sie in der Teilnehmerleitung mitgeführt werden.

Was den Blitzschutz solcher Ausrüstungen betrifft, ist man sich über die Schadenhäufigkeit durch direkte

puissance consommée nécessaire. Le domaine de la terre de système 1 s'étend donc jusqu'à l'alimentation en courant. La séparation par rapport au réseau à courant fort extrinsèque au système est constituée par le redresseur. Par conséquent, ce redresseur doit être utilisé exclusivement pour alimenter le système 1. Le pôle positif de cette source de courant ne doit être mis à la terre qu'à PC 1. Pour que le courant de court-circuit passe de PC 1 au pôle positif du redresseur, en cas de court-circuit entre le pôle négatif et la terre de l'immeuble, le circuit de mise à la terre traversant le système doit être dimensionné en conséquence. Grâce à cette solution, on a pu éviter que le circuit d'alimentation en courant continu véhiculant plusieurs centaines d'am-pères ne fasse un détour par PC 1, ce qui aurait conduit à des pertes coûteuses. Vu le grand nombre de câbles sortant de la gaine d'ascension considérée, il aurait été impossible de placer le PC 1 à un autre endroit. Dans cet exemple, on n'a donc pas dérogé aux principes de la mise à la terre hybride. Afin de ne pas créer de précédent, on s'est abstenu de mentionner cette possibilité dans les directives applicables, en particulier pour éviter d'éventuelles interprétations erronées. Cet exemple montre cependant la grande souplesse du principe de la mise à la terre hybride.

Pour qu'il soit possible de tirer entièrement parti de cette souplesse, il est nécessaire de bien comprendre le

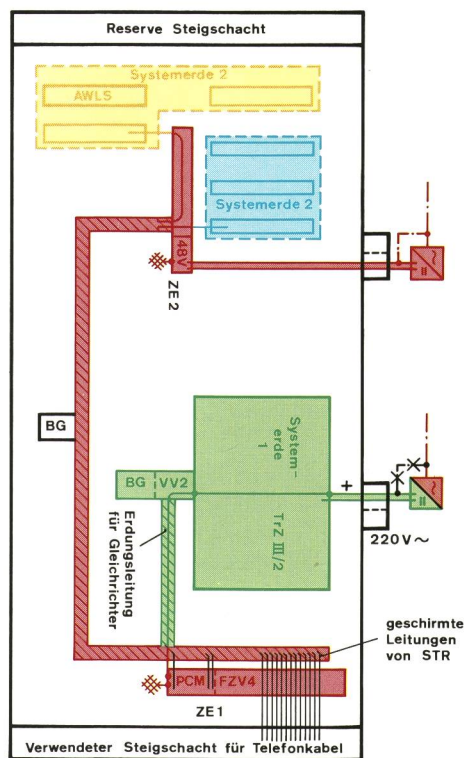


Fig. 5
Hybriderdung und Leitungsführung mit zwei verschiedenen zentralen Erdungspunkten für mehrere Systeme
Mise à la terre hybride et tracé des lignes pour deux points de mise à la terre centralisés différents
 Reserve Steigschacht – Gaine de câbles de réserve
 Systemerde 2 – Terre de système 2
 Erdungsleitung für Gleichrichter – Ligne de mise à terre pour le redresseur
 Geschirmte Leitungen von STR – Lignes blindées de STR
 Verwendeter Steigschacht für Telefonkabel – Gaine utilisée pour les câbles de téléphone

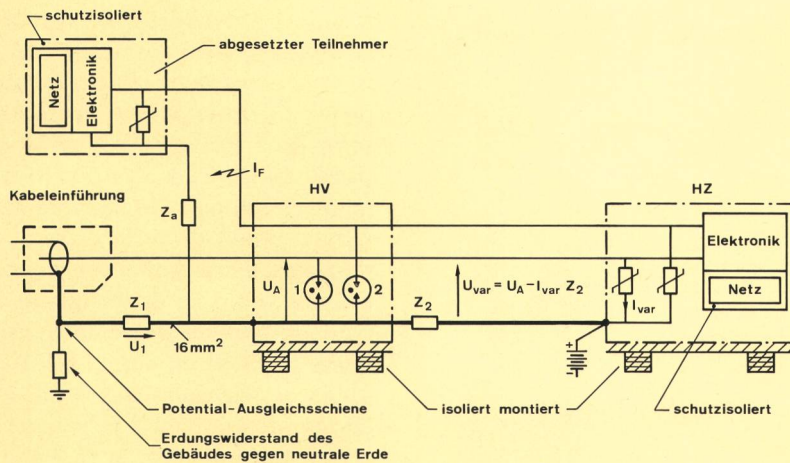


Fig. 6
Installationsprinzip für Teilnehmerausrüstungen — Principe d'installation pour équipements d'abonnés

Schutzisoliert – Protection par double isolation
Netz – Réseau
Elektronik – Electronique
Abgesetzter Teilnehmer – Abonné éloigné
Kabeleinführung – Introduction du câble
HV Hauptverteiler – Répartiteur principal

HZ Hauszentrale – Central d'abonné
Potential-Ausgleichsschiene – Conducteur d'équilibrage des potentiels
Erdungswiderstand des Gebäudes gegen neutrale Erde – Résistance de terre du bâtiment par rapport à une terre neutre
Isoliert montiert – Montage isolé

Blitzeinschläge in das Gebäude noch nicht einig. Die rasch zunehmende Verbreitung verschiedenster Kommunikationssysteme und Geräte wird aber diese Häufigkeit eher ansteigen als abnehmen lassen, es sei denn, dass gewisse Schutzmassnahmen ergriffen würden.

Entgegen einem lange gehegten Grundsatz dürfen künftig auch bei Teilnehmeranlagen die Kabelmäntel der Teilnehmerkabel an die Gebäudeerde angeschlossen werden. Damit ist ein Überspannungsschutz gegen von aussen eingeschleppte Überspannungen einfacher und wirkungsvoller verwirklicht. Gasentladungsableiter werden künftig bei allen elektronischen Teilnehmerausrüstungen auf den Amtsleitungen und auf allen mehr als 50 m langen Zweigleitungen zu Nebenstellen in anderen Gebäuden als Grobschutz eingesetzt. Als Feinschutz können direkt vom Gerätehersteller im Teilnehmergerät Varistoren eingesetzt werden, sofern damit das Zünden der Gasableiter nicht verhindert wird. Für den nachträglichen Einbau von Varistoren auf analogen Teilnehmeranschlüssen kann der Typ SIOV-S14K130 eingesetzt werden. Das Prinzip einer solchen Installation zeigt Figur 6.

Dieses Erdungs- und Installationsprinzip gewährleistet auch einen guten Schutz gegen blitzinduzierte Überspannungen durch Direkteinschläge ins Gebäude, sofern die neuen Leitsätze des SEV, Blitzschutzanlagen [7] Kap. 7 befolgt werden. Figur 7 zeigt Überspannungsgefahren und Massnahmen zur Schadenrisikoherabsetzung, abhängig von der Konstruktionsart des Gebäudes.

Während im Backsteingebäude (grosse innere Magnetfelder) lediglich geeignete Leitungsführung zur Verhütung zu hoher Induktionsspannungen dienen kann, er-

but de la mise à la terre hybride. Les directives ont en fin de compte été créées pour les installations et non l'inverse.

32 Equipements d'abonnés

Les nouvelles directives applicables aux *équipements d'abonnés* se fondent sur le même principe de base que la mise à la terre hybride: il importe d'éviter la pénétration de courants extrinsèques dans les installations d'abonnés.

Contrairement à ce qui se passe dans les grands systèmes, les installations d'abonnés se composent en règle générale d'appareils individuels reliés galvaniquement par de longues lignes. Il s'agit donc en premier lieu d'interrompre les boucles de conducteurs de grande surface, qui sont généralement constituées par le conducteur de protection de l'alimentation secteur. Il sera donc avantageux de connecter les appareils d'abonnés alimentés par le secteur selon la classe de protection II de la CEI, c'est-à-dire sans conducteur de protection. On utilise donc des appareils avec surisolation (en Suisse 4 kV eff., 50 Hz). Lorsque l'exploitation exige une mise à la terre, celle-ci doit être assurée par la ligne d'abonné. En ce qui concerne la protection contre la foudre de tels équipements, la fréquence des dommages dus à des décharges atmosphériques directes dans le bâtiment fait encore l'objet de discussions. Or, si des mesures de protection adéquates ne sont pas prises, la croissance rapide du nombre et de la diversité des systèmes et des équipements de communication utilisés conduira à une augmentation de la fréquence de ces dommages.

möglicht der Einsatz von schutzisolierten Geräten in Stahlbetonbauten (geringere innere Magnetfelder) eine freizügigere Leitungsführung.

In Hochhäusern empfiehlt sich die konsequente E-förmige Leitungsführung in jedes Stockwerk von einem Leitungssteigschacht aus, der so ausgebildet ist, dass Blitzströme geführt werden können, ohne auf empfindliche Leitungen unerträgliche Spannungen zu induzieren. Je nach Zahl und Art der Leitungen muss zwischen individueller Kabelschirmung, partieller Blechumkleidung einer Steigschacht-Seitenwand und der Rundum-Metallverkleidung des ganzen Steigschachtes entschieden werden. Nach der letzten Variante ist beispielsweise die Mehrzweckanlage der PTT St. Chrischona/Basel ausgeführt [9].

33 ISDN-Installationen

Auch für die Integrated Services Digital Network-Installationen empfiehlt sich die konsequente Anwendung der erwähnten Massnahmen und Grundsätze.

Wegen der digitalen Signalart und der mehr oder weniger hohen Bitraten müssen aber, sofern nötig, andere Feinschutzelemente ausgesucht werden, damit die Übertragungstechnischen Anforderungen eingehalten

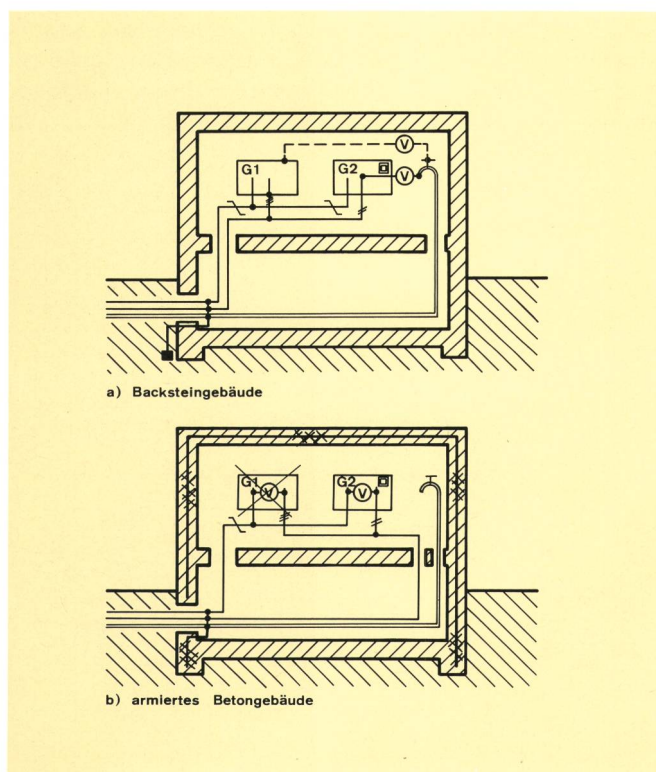


Fig. 7
Überspannungsgefahren und Abhilfemassnahmen an Installationen in zwei verschiedenen Gebäudebautypen aus [7]

Dangers dus aux surtensions et remède proposé pour des installations établies dans deux types de bâtiments différents [7]

Backsteingebäude – Bâtiment en briques

Armirtes Betongebäude – Bâtiment en béton armé

- Kommunikationleitung mit verdrehten Adern – Ligne de communication à conducteurs torsadés
- Starkstromleiter (3-Leiter) – Ligne à courant fort (3 conducteurs)
- Starkstromleiter (2-Leiter) – Ligne à courant fort (2 conducteurs)
- ▣ Gerät mit Sonderisolierung (Klasse II) – Appareil à isolation spéciale (classe II)

Contrairement à un principe qui a été longtemps observé strictement, il est désormais aussi permis dans les installations d'abonnés de raccorder les gaines des câbles d'abonnés à la terre du bâtiment. Il est ainsi plus facile de réaliser une protection efficace à l'égard des surtensions venant de l'extérieur. A l'avenir, en tant que protection globale ou primaire, tous les équipements électroniques d'abonnés seront munis de parasurtensions à gaz sur les lignes réseau et sur les lignes de plus de 50 m aboutissant à des appareils secondaires d'autres bâtiments. En tant que protection individuelle, on peut utiliser des varistors montés directement dans l'appareil par le fabricant, dans la mesure où cet élément n'empêche pas l'amorçage du parasurtension à gaz. Sur les raccordements analogiques d'abonnés, on peut monter après coup des varistors du type S10V-S14K130. Le principe d'une telle installation ressort de la figure 6.

Ce principe de mise à la terre et d'installation assure aussi une bonne protection contre les surtensions induites par la foudre lors de décharges atmosphériques directes dans le bâtiment, à condition que les nouvelles recommandations de l'ASE pour les installations de protection contre la foudre [7], chapitre 7, soient respectées. La figure 7 montre les dangers inhérents aux surtensions pour les appareils et les mesures que l'on peut prendre pour diminuer les risques de dommages, en fonction du genre de construction du bâtiment.

Alors que seul un tracé de ligne approprié permet d'éviter les tensions induites trop élevées dans les bâtiments en briques (champs magnétiques internes intenses), l'emploi d'appareils avec surisolation permet un câblage plus libre des équipements dans les bâtiments en béton armé (champs magnétiques internes moins intenses).

Dans les maisons-tours, il est recommandé de disposer systématiquement les lignes en «E», à partir de la gaine d'ascension de chaque étage, en veillant à ce que les courants de foudre puissent circuler sans induire des tensions inadmissibles sur les lignes sensibles. Suivant le nombre et la nature des lignes, il faut opter pour l'une des variantes suivantes: blindage individuel du câble, revêtement métallique partiel d'une paroi de gaine d'ascension ou revêtement intégral de toute la gaine d'ascension. La dernière des variantes citées a par exemple été réalisée pour l'installation à usages multiples des PTT de St-Chrischona à Bâle [9].

33 Installations RNIS

L'application systématique des mesures et des principes évoqués est également recommandable dans le domaine des réseaux numériques à intégration de services (RNIS).

Vu qu'il s'agit de signaux numériques transmis en outre à un débit plus ou moins élevé, il est quelquefois nécessaire de choisir des éléments de protection individuels différents, de manière que les exigences en matière de transmission puissent être maintenues. L'utilisation d'installations existantes exige des examens approfondis, tout au moins pour des débits dépassant 50 kbit/s, étant donné que les influences exercées par couplage sur d'autres installations sont encore trop peu connues.

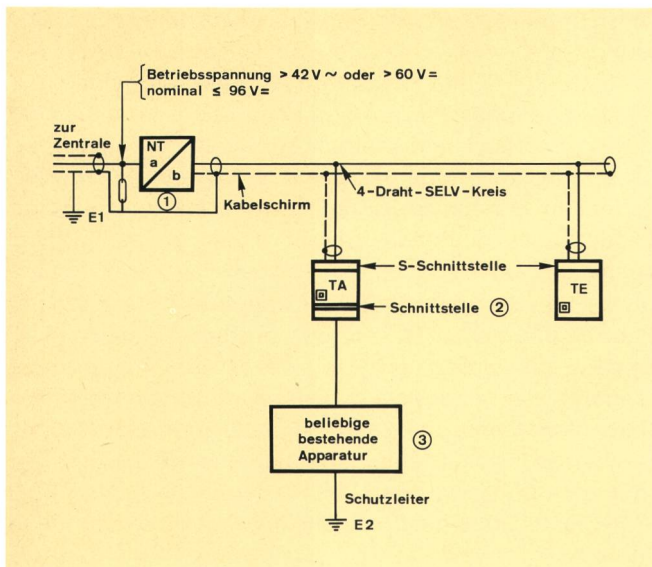


Fig. 8
ISDN-Installationen, Vorschlag für Erdung mit Berücksichtigung der Personensicherheit, EMV und Blitzgefährdung
Installations RNIS, proposition d'un mode de mise à la terre tenant compte de la sécurité des personnes, de la CEM et de la mise en danger par la foudre

- ① Galvanische Trennung * zwischen a/b im Network-Terminal NT gegen Gleichtaktspannungen auf dem Kabel
 Séparation galvanique * entre a/b dans la terminaison de réseau NT contre les tensions asymétriques du câble
 * Test-Spannung: 1 kVeff falls SELV-Kreis geerdet ist
 2 kVeff falls SELV-Kreis ungeerdet ist
 * Tension d'essai: 1 kVeff si le circuit SELV est mis à la terre
 2 kVeff si le circuit SELV n'est pas mis à la terre
- ② Galvanisch getrennte Schnittstellen bis zu 28 Adern zum Anschluss einer beliebig geerdeten bestehenden Apparatur
 Interfaces jusqu'à 28 conducteurs séparées galvaniquement pour le raccordement d'un nombre quelconque d'appareils mis à la terre
 * Test-Spannung: 0,5 kVeff falls SELV-Kreis geerdet ist
 1 kVeff falls SELV-Kreis ungeerdet ist
 2 kVeff falls blitzbedingte Transiente verkräftet werden müssen
 * Tension d'essai: 0,5 kVeff si le circuit SELV est mis à la terre
 1 kVeff si le circuit SELV n'est pas mis à la terre
 2 kVeff si le système doit supporter des transitoires dues à la foudre

- ③ Falls die bestehenden Apparaturen schutzisoliert sind (Klasse II der IEC), muss der Lieferant Angaben über die Erdung seiner Signalkreise liefern
 Si les appareils existants sont surisolés (classe II du CEI), le fournisseur doit indiquer comment les circuits véhiculant les signaux doivent être mis à la terre

SELV Safty Extra Low Voltage $U \leq 42,4 \text{ V peak}$ oder $\leq 60 \text{ V dc}$
 Tension de sécurité très basse $U \leq 42,4 \text{ V crête}$ ou $\leq 60 \text{ V dc}$

E1, E2 Verschiedene Erdungspunkte im Gebäude
 Points de mise à la terre divers du bâtiment

Ⓜ Sonderisolation (IEC Schutzklasse II)
 Surisolation (classe de protection II selon CEI)

NT Network Terminal (ausserhalb oder innerhalb des Gebäudes platziert)
 Terminaison de réseau (placée à l'extérieur ou à l'intérieur du bâtiment)

TE Terminal equipment
 Equipement terminal

TA Terminal adapter zum Anschluss bestehender Geräte
 Adaptateur de terminal pour le raccordement d'équipements existants

Betriebsspannung $> 42 \text{ V} \sim$ oder $> 60 \text{ V} =$, nominal $\leq 96 \text{ V} =$
 Tension d'exploitation $> 42 \text{ V} \sim$ ou $> 60 \text{ V} =$, nominale $\leq 96 \text{ V}$

Zur Zentrale – Vers le central

Kabelschirm – Blindage du câble

4-Draht-SELV-Kreis – Circuit à 4 fils SELV

S-Schnittstelle – Interface S

Schnittstelle ② – Interface ②

Beliebige bestehende Apparatur – Appareils existants quelconques

Schutzleiter – Conducteur de protection

En choisissant le genre de ligne (avec ou sans blindage) et le tracé des lignes, il est possible de définir le couplage dans les nouvelles installations très coûteuses, ce qui augmente la disponibilité et la fiabilité des équipements. On ne pourra dès lors éviter de faire un choix entre des investissements supplémentaires et les frais plus élevés qu'entraînent la remise en état et les temps de panne dus à l'absence de mesures ou d'éléments de protection adéquats.

La figure 8 montre une proposition tenant compte de la sécurité des personnes, de la CEM et de la mise en danger par la foudre pour les installations RNIS.

4 Efficacité de la mise à la terre hybride, résultats des mesures

La figure 9 compare les résultats des études CEM pour les systèmes X et Y avec points de mise à la terre communs (selon fig. 4).

Pour permettre une comparaison, on a sciemment enfreint le principe de la mise à la terre hybride en établissant des connexions supplémentaires entre les deux terres de systèmes et vers la mise à la terre du bâtiment, pour simuler une mise à la terre «usuelle». Dans les deux modes de mise à la terre, l'emplacement des sources parasites était la même.

La comparaison montre clairement que la mise à la terre hybride améliore la CEM. Cette amélioration est d'environ 20 dB ou d'un facteur de 10. L'immunité aux perturbations du système X est donc meilleure que celle du système Y. Ce dernier ne pourrait absolument pas fonctionner sans perturbations en l'absence d'une mise à la terre hybride.

		Systemverhalten			
		System X bei Erdung + Installation gemäss		System Y bei Erdung + Installation gemäss	
Störquelle + Pegel		Hybrid-Erdung	übliche Erdung	Hybrid-Erdung	übliche Erdung
Bursts	1 kV	▬	▬	▬	▬
	2 kV	▬	▬	▬	▬
	4 kV	▬	▬	▬	▬
Einzel- Impuls	1 kV	▬	▬	▬	▬
	1,5 kV	▬	▬	▬	▬
Fremd- strom 10 ÷ 250 kHz	10 mA	▬	▬	▬	▬
	60 mA	▬	▬	▬	1)
	100 mA	▬	1)	▬	1)
	1000 mA	▬	1)	1)	1)

Fig. 9
Vergleich der Reaktion von System X und System Y in der Anlage nach Figur 4 gegenüber elektromagnetischen Störeinflüssen bei Hybrid- und bei üblicher Erdung

- ▬ Keine Störungen des betreffenden Systems
- ▬ Erste Störungen des betreffenden Systems
- ▬ Stärkere Störungen des betreffenden Systems
- ▬ Systemausfall mit selbsttätiger Regenerierung
- ▬ Systemdefekt
- 1) Aus Rücksicht auf das System wurde auf höhere Störpegel verzichtet

Comportement du système					
		Système X pour mise à terre + installation selon		Système Y pour mise à terre + installation selon	
Source + niveau		Terre hybride	Terre ord.	Terre hybride	Terre ord.
Blocs	1kV				
"	2kV				
"	4kV				
Impuls. unique	1 kV				
	1,5 kV				
Courant extrinsèque 10 ÷ 250 kHz					
"	10 mA				
"	60 mA				
"	100 mA		1)		1)
"	1000 mA		1)	1)	1)

Fig. 9
Comportement du système X comparé à celui du système Y par rapport aux influences perturbatrices électromagnétiques dans l'installation représentée à la figure 4 en cas de mise à la terre hybride ou de mise à la terre habituelle

- Pas de dérangement du système considéré
 - Premiers dérangements du système considéré
 - Dérangements plus importants sur système considéré
 - Défaillance du système avec régénération automatique
 - Défectuosité du système
- 1) Eu égard au système, on a renoncé à utiliser des niveaux perturbateurs plus élevés

werden können. Die Verwendung bestehender Installationen verlangt zumindest für Bitraten von mehr als 50 kbit/s eingehende Abklärungen, da die Kopplung zu fremden Installationen noch weitgehend unbekannt ist. Bei einer investitionsreichen Neuinstallation lässt sich durch die Wahl der Leitungsart (geschirmt oder ungeschirmt) und der Leitungsführung die Kopplung definieren und somit auch die Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit der Geräte erhöhen. Man wird nicht darum herumkommen, zwischen zusätzlichen Investitions- oder entsprechend höheren Servicekosten und Ausfallzeiten wählen zu müssen.

Figur 8 zeigt einen Vorschlag für ISDN-Installationen unter Berücksichtigung der Personensicherheit, EMV und Blitzgefährdung.

4 Wirksamkeit der Hybriderung, Messergebnisse

In Figur 9 sind die Ergebnisse von EMV-Untersuchungen für die beiden Systeme X und Y mit einem gemeinsamen Erdungspunkt (nach Fig. 4) einander gegenübergestellt.

Für den Vergleich wurde die Hybriderung durch zusätzliche Erdverbindungen zwischen den beiden Systemerden und zur Gebäudeerde bewusst verletzt, um die «übliche» Erdung zu erhalten. Die Lage der Störquellen war für beide Erdungsarten dieselbe.

Der Vergleich zeigt deutlich die Erhöhung der EMV bei Anwendung der Hybriderung. Die Erhöhung beträgt etwa 20 dB oder einen Faktor 10. Das System X erweist sich auch als störfester als das System Y. Dieses könnte ohne Hybriderung überhaupt nicht störungsfrei arbeiten.

5 Tâches et aspects concernant la planification

L'araignée de la figure 10 montre que les tâches de CEM sont de nature interdisciplinaire. Quiconque s'occupe de CEM doit toujours garder à l'esprit l'ensemble du système, ce qui est une tâche à la fois intéressante et difficile. Le spécialiste CEM assume donc presque automatiquement la fonction de coordonnateur. Cela se répercute aussi sur les aspects propres à la planification lors de l'installation de nouveaux équipements dans des bâtiments à construire ou existants. Le tableau I récapitule brièvement par ordre chronologique les divers points importants [10].

6 «Feedback» de l'information

Dans les problèmes de CEM également, les informations doivent circuler dans une boucle fermée (fig. 11). Avant d'établir des directives, il est nécessaire de procéder à des essais. Mais lorsque ces directives existent, il importe d'examiner les résultats qu'elles procurent avec un esprit critique, afin de pouvoir déceler à temps les

Tableau I. Liste des points à contrôler dans une planification tenant compte de la CEM

Nouveaux bâtiments	Bâtiments existants
<p>Choix de l'emplacement</p> <ul style="list-style-type: none"> - Possibilités d'équipement par des conduites externes (haute tension, basse tension, communication, eau, gaz, mazout). - Choix des points d'introduction ou du point d'introduction idéal. <p>Genre de construction de l'immeuble</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dispositif extérieur de protection contre la foudre: les éléments de construction sont utilisés pour «l'équilibrage de potentiel». Mises au point avec staticien. - Dispositif interne de protection contre la foudre: choix des emplacements des sources d'énergie et des équipements d'exploitation. Choix du tracé approprié des lignes. <p>Exigences CEM</p> <ul style="list-style-type: none"> - Coordination avec les fournisseurs et les utilisateurs du système. - Qui est responsable de la CEM? - Désignation des éléments intrinsèques et extrinsèques au système. - Planification de l'agencement et du câblage des installations intrinsèques et extrinsèques. Choix du point de mise à la terre central. - Choix du mode de liaison entre divers points de mise à la terre centraux. - Etablissement d'un plan définitif de mise à la terre et de lignes. - Instruction du responsable des installations électriques. Contrôle des installations exécutées. - Observation du principe lors de modifications. 	<p>Exigences CEM</p> <ul style="list-style-type: none"> - Coordination avec les divers fournisseurs et utilisateurs du système. - Qui est responsable de la CEM? - La protection contre la foudre crée-t-elle de nouvelles exigences? - Relevé des installations existantes, estimation de la situation. - Où des courants extrinsèques peuvent-ils circuler? Lesquels? - Choix de l'emplacement le mieux approprié pour la nouvelle installation à l'égard de la CEM. - Où sont les sources potentielles de perturbations? - Estimation du couplage par les lignes d'amenée. - Détermination des possibilités de découplage. - Délimitation claire du domaine du système par rapport à d'autres installations. - Choix du point de mise à la terre central. - Choix du tracé, de la nature et du mode de pose des lignes (blindées/non blindées). - Etablissement d'un plan définitif des mises à la terre et des lignes. - Désignation des nouvelles installations. Instruction du responsable des installations électriques. - Contrôle des installations exécutées. - Observation du principe lors de modifications.

ein wichtiges Mitspracherecht zu, so dass sie keineswegs nur «Vollstrecker», sondern auch Mitgestalter von sinnvollen Richtlinien sind. Dass die Hybridierung entwickelt werden konnte, ist nicht zuletzt auch das Verdienst der «Leute an der Front», die durch uneigennütziges Interesse an der Sache dem Suchen nach neuen Wegen gegenüber offen waren. Diesen Mitarbeitern gebührt ein aufrichtiger Dank.

Bibliographie

- [1] Die Grösse blitzbedingter Überspannungen an elektrischen Einrichtungen in Stahlbetonbauten mit und ohne leitender Metallfassade. Bern, GD PTT, Forschungsbericht VD 24.079 vom 16. 8. 1978.
- [2] *Montandon E.* und *Hadrian W.* Neuartiges Blitzschutzkonzept eines Fernmeldegebäudes. Bulletin SEV/VSE, Zürich 75 (1984) 1, S. 45.
- [3] Erdungs- und Speisungssysteme, Untersuchungen und Empfehlungen am Beispiel einer Telexzentrale. Bern, GD PTT, Bericht VD 24.087 A 18. 5. 1979.
- [4] *Montandon E.* EMV, Erdungs- und Installationspraxis. Techn. Mitt. PTT, Bern 60 (1982) 10, S. 434.
- [5] Vorschlag für Planungsrichtlinien für Erdung, Installation und Blitzschutz elektronischer Ausrüstungen und Neu- und Altbauten. Bern, GD PTT, Bericht VD 24.146 U 27. 6. 1983.
- [6] Planungs- und Installationsrichtlinien für die Erdung und elektromagnetische Verträglichkeit elektronischer Fernmeldeausrüstungen. Bern, GD PTT, Hauptabteilung Fernmeldebau PTT 718.18.
- [7] Leitsätze des SEV, Zürich; Blitzschutzanlagen 6. Ausgabe. (SN 414022 z. Z. in Vernehmlassung.)
- [8] *Szentkuti B.* Elektromagnetische Verträglichkeit – EMV. Techn. Mitt. PTT, Bern 59 (1981) 8, S. 304.
- [9] *Montandon E.* Blitzschutzkonzept für das PTT-Mehrzweckgebäude St. Chrischona. Techn. Mitt. PTT, Bern 59 (1981) 9, S. 343.
- [10] EMV, Koordinationshilfsmittel für Projektleiter und Fachdienste. Bern, GD PTT, Bericht VD 24.171 U 15. 8. 1984.

Die nächste Nummer bringt unter anderem

Vous pourrez lire dans le prochain numéro

9/86

Habegger A.	Stempelmaschinen PTT Machines à timbrer PTT
Aeppli Th./ Fluhr J. Marending P.	Leitungs-ausrüstungen für 34-Mbit/s-Signale auf Koaxialkabeln und Lichtwellenleitern
Leder H.R.	Installation téléphonique résidentielle Casatel FTA 1/5
Lutz H.P. W.	Qual'è il contributo delle PTT alla sicurezza dei dati?
Jaquier J.-J.	L'introduction technique des nouveaux services télématiques: un défi pour les PTT – quelques éléments de réponse
