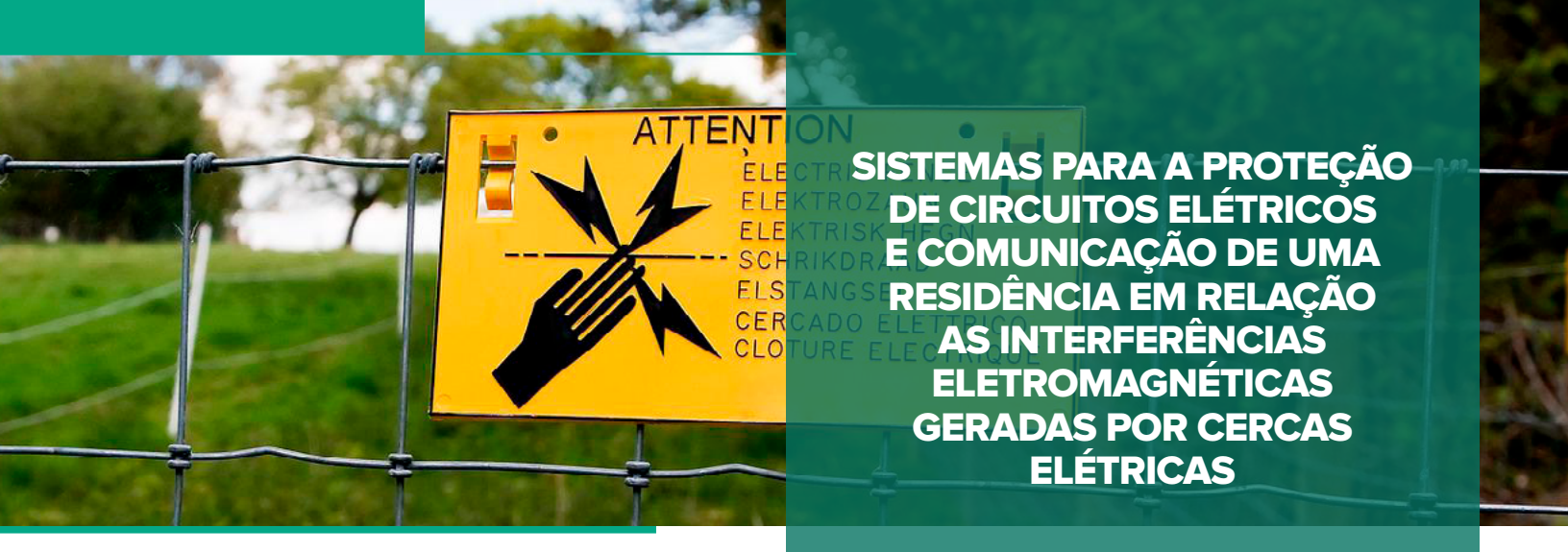




SISTEMAS PARA A PROTEÇÃO DE CIRCUITOS ELÉTRICOS E COMUNICAÇÃO DE UMA RESIDÊNCIA EM RELAÇÃO AS INTERFERÊNCIAS ELETROMAGNÉTICAS GERADAS POR CERCAS ELÉTRICAS

Victor Lennkon Gomes de Almeida¹
Gaspar Eugenio Oliveira Ramos²
Fabio de Brito Gontijo³

1. RESUMEN

Cercas elétricas vêm sendo cada vez mais utilizadas em sistemas de proteção residencial, porém pelo alto nível de tensão nas cercas, aparelhos próximos sofrem interferência eletromagnética, prejudicando seu funcionamento. Este artigo se propõe a executar ensaios, aplicando técnicas de redução de EMI, e analisar suas eficácias. Os ensaios são realizados em laboratório e os mensuramentos feitos por um osciloscópio, medindo a forma de onda obtida ao expor os condutores de interfone residencial ao campo eletromagnético gerado pela alta tensão da cerca elétrica. Os sistemas de proteção a fim de reduzir os efeitos das EMIs geradas, são aterramento, blindagem, distancia. Após todos ensaios e a aplicação dos processos de proteção, foi percebido que quanto maior a distancia entre o condutor vítima e o condutor emissor da EMI os picos da forma de onda obtida, reduziram drasticamente, sendo que após trinta centímetros de separação entre os dois não havia mais EMI. A blindagem também apresentou uma excelente eficácia contra as EMIS. Conclui-se que deve se levar em consideração o projeto do circuito da cerca elétrica na hora de realizar sua instalação, e que os manuais são incompletos em relação a proteção da EMI.

PALABRAS CLAVE: Cercas elétricas, Interferencia eletromagnética, Blindagem, Proteção.

2. ABSTRACT

Electric fences have been increasingly used in residential protection systems, but due to the high voltage level in the fences, nearby devices suffer from electromagnetic interference, impairing their functioning. This article proposes to perform trials, applying EMI reduction techniques, and analyze their effectiveness. The tests are carried out in the laboratory and the measurements are made by an oscilloscope, measuring the waveform obtained by exposing the residential intercom conductors to the electromagnetic field generated by the high voltage of the electric fence. Protection systems in order to reduce the effects of generated EMIs are grounding, shielding, distance. After all the tests and the application of the protection processes, it was noticed that the greater the distance between the victim conductor and the EMI emitter conductor, the peaks of the obtained waveform, reduced drastically, and after thirty centimeters of separation between the two, no there was more EMI. The shielding also showed excellent effectiveness against EMIS. It is concluded that the electric fence circuit design must be taken into account when installing it, and that the manuals are incomplete in relation to EMI protection.

KEYWORDS: Electric fences, electromagnetic interference, shielding, protection.

¹Aluno do curso de Engenharia Elétrica, Centro Universitario de Patos de Minas, UNIPAM, Patos de Minas – MG – Brasil., victorlennkon@unipam.edu.br

²Professor de Eletrônica do Curso de Engenharia Elétrica do Centro Unicersitário de Patos de Minas, UNIPAM, Patos de Minas – MG – Brasil, gasparramos@unipam.edu.br

³Professor e Cordenador do Curso de Engenharia Elétrica do Centro Universitário de Patos de Minas, UNIPAM, Patos de Minas – MG – Brasil, fabiobg@unipam.edu.br

SUMARIO: 1. INTRODUÇÃO, 2. REFERENCIAL TEÓRICO, 2.1. Cercas Elétricas, 2.1.1. Princípio de funcionamento de uma cerca elétrica genérica, 2.1.2. Aterramento em cercas elétricas, 2.2. Interferência Eletromagnética, 2.2.1. Tipos de interferências, 2.2.2. Problemas relacionados a interferência eletromagnética, 2.2.3. Indução eletromagnética, 2.3. Técnicas Para a Redução de EMIs, 2.3.1. Blindagem eletromagnética, 2.3.2. Cabeamentos, 2.3.3. Aterramento, 2.3.4. Filtros analógicos, 3. METODOLOGIA, 3.1. Materiais, 3.2. Ensaios, 3.2.1. EMI gerada pelo fio de aço da cerca, 4. RESULTADOS E DISCUSSOES, 5. CONCLUSÃO, 6. Bibliografia.

CONTENTS: 1. INTRODUCTION, 2. THEORETICAL REFERENCE, 2.1. Electric Fences, 2.1.1. Working principle of a generic electric fence, 2.1.2. Grounding in electric fences, 2.2. Electromagnetic Interference, 2.2.1. Types of interference, 2.2.2. Problems related to electromagnetic interference, 2.2.3. Electromagnetic induction, 2.3. Techniques for Reducing EMIs, 2.3.1. Electromagnetic shielding, 2.3.2. Cabling, 2.3.3. Grounding, 2.3.4. Analog filters, 3. METHODOLOGY, 3.1. Materials, 3.2. Tests, 3.2.1. EMI generated by the steel wire of the fence, 4. RESULTS AND DISCUSSIONS, 5. CONCLUSION, 6. Bibliography.

3. INTRODUÇÃO

De acordo com a Secretária de Segurança Pública do Estado de Minas Gerais, no ano de 2020 foram registrados 117.646 furtos em todo o estado, e cerca de 48% desses furtos tiveram como alvo as residências (SEJUSP, 2021). E junto com a crise da covid-19 houve uma procura maior por segurança residencial, tendo em vista que a população em casa, trabalhando com home office, gerou uma necessidade maior de proteção contra esse tipo de crime (SEGURANÇA ELETRÔNICA, 2020).

Dentre as soluções para segurança residencial se destaca a cerca elétrica, que é um aparelho que eletrifica cercas em torno do perímetro da casa, e tem como objetivo afastar possíveis invasores, com choques elétricos, que desejam adentrar a residência por cima dos muros. O choque da cerca elétrica não chega a ser fatal, no caso das cercas residenciais, e trabalha em média com pulsos de 10kV e duração destes pulsos de 100µs (JFL ALARMES, 2017).

Mesmo com uma duração muito baixa dos pulsos, sua tensão elevada é o suficiente para gerar interferência eletromagnética (EMI) nos circuitos próximos através de um fenômeno conhecido como indução eletromagnética (ERREDE, 2007). As EMIs são ocasionadas por correntes induzidas nos circuitos próximos as cercas elétricas. Essas correntes interferem na forma de onda da rede, como também interferem em redes de comunicação de dados, gerando uma forma de onda ilegível pelo aparelho receptor, e em circuitos eletrônicos, que em casos de circuitos muito sensíveis sem algum tipo de proteção podem ser danificados e em casos extremos serem considerados como perda total (CASSIOLATO, 2005).

Além das EMIs geradas pelo pulso da cerca elétrica, outro problema recorrente após algumas instalações é relacionado ao aterramento, seja a falta dele, uso de aterramentos eletrônicos ou o aterramento não apropriado. Falando de aterramento não apropriado, há casos onde cercas são instaladas usando o neutro da casa como aterramento, pelo motivo de que o neutro é aterrando junto ao terra no padrão, porém os pulsos da cerca interferem na alimentação de outros aparelhos ligados à rede, além de ser proibido por lei (JFL ALARMES, 2017). De acordo com (FILHO, 2002) um aterramento não apropriado pode também ocasionar excesso de EMI, contribuindo ainda mais com os problemas já mencionados.

O objetivo deste artigo é a elaboração de um sistema para a proteção dos circuitos elétricos e comunicação de uma residência em relação a EMI gerados por cercas elétricas. A segurança residencial tem como proposta o conforto do proprietário. Por isso, interferências causadas por uma cerca elétrica geram um certo desconforto, em televisores “chuviscando”, telefones com ruídos, luzes piscando, entre outros. Proteger contra interferências é uma ótima maneira de conceder ao usuário uma sensação de segurança sem perder o conforto.

4. REFERENCIAL TEÓRICO

Para a elaboração de uma proteção contra as EMIs, primeiramente são necessários alguns conceitos básicos relacionados ao assunto, desde conhecer o funcionamento da central de cerca elétrica, entender como as EMIs são geradas e procedimentos já comprovados que reduzam ou anulem completamente as EMIs.

4.1. Cercas Elétricas

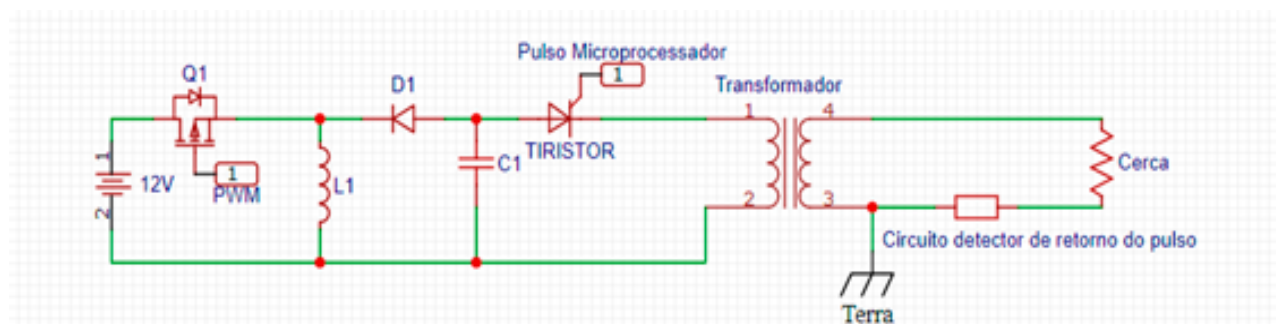
De acordo com (JONES, 1988), por volta do início da década de 1930, nos E.U.A. iniciava-se a produção e venda de “carregadores” (do inglês chargers), como eram chamados os eletrificadores de cerca naquela época. Porém a sua invenção se dá por volta de aproximadamente quarenta e cinco anos antes, tendo em vista que a primeira patente de uma cerca elétrica foi registrada no ano de 1886, por David H. Wilson nos E.U.A.

Com o passar dos anos as cercas elétricas passaram a ser usadas com novas finalidades, como a segurança de perímetro, já que no início seu uso era voltado para fazendas com o objetivo de gerenciar animais de criação. Se tratando da segurança de um perímetro, com a finalidade de coibir a passagem de pessoas por certos locais, existem algumas categorias de cercas elétricas, dentre elas, as letais que podem ser encontradas em alguns presídios de segurança máxima e as não-letais que são legalizadas para serem usadas em residências (JONES, 1988).

4.2. Princípio de funcionamento de uma cerca elétrica genérica.

As centrais de cercas elétricas mais recentes, operam com várias funcionalidades, como alarme, acionamento por controle remoto, operação via aplicativo de celular, entre outros (JFL ALARMES, 2017). E cada funcionalidade é obtida por um circuito diferente, que somados se obtém o produto final, a central de cerca elétrica comercial. Na geração do choque elétrico, normalmente utiliza-se um circuito de um conversor buck-boost, para elevar a tensão de maneira que cause um choque e mesmo assim possa operar com tensões de alimentação baixa, como 12V e usufruir de baterias estacionárias para manter seu funcionamento caso ocorra uma queda de energia.

Figura 1 – Circuito genérico de uma central de cerca elétrica



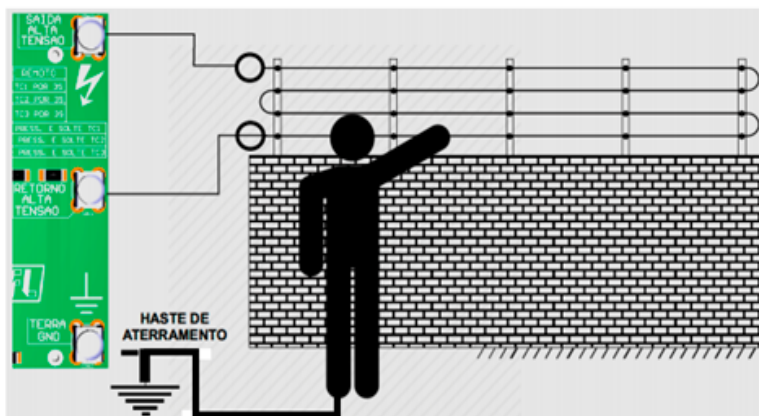
Fonte- Autor

Como visto na Figura 1, o terminal positivo da saída do conversor buck-boost é posicionado um tiristor, mais especificamente o anodo do tiristor, e no catodo é conectado o terminal do primário de um transformador, já no outro terminal do primário do transformador é conectado o terminal negativo do conversor. Esse tiristor é disparado por um pulso com uma frequência de 0,5 Hz e duração de 50µs, geradas por um microcontrolador. Quando o tiristor é disparado o capacitor do circuito do conversor é descarregado rapidamente no primário do transformador, gerando no secundário do transformador uma diferença de potencial de aproximadamente 10 kV (dependendo do modelo da central de choque) (BRAGA, 2018).

4.3. Aterramento em cercas elétricas.

Conforme apresentado na Figura 1, no tópico acima, em um dos terminais do secundário do transformador é necessário a conexão com um aterramento. O aterramento além de obrigatório por lei (JFL ALARMES, 2017), é necessário para que quando um possível invasor toque na cerca, ele se torna uma resistência em paralelo com o resto do circuito da cerca e o solo. E como a diferença de potencial entre duas resistências em paralelo é a mesma (MARKUS, 2001), neste caso a pessoa que tocou na cerca se torna um condutor levando um choque de 10 kV. A Figura 2 demonstra o caminho da corrente, passando pelo corpo humano, ao tocar uma cerca elétrica.

Figura 2- Ser humano como caminho de corrente para o Terra



Fonte- JFL Alarmes, 2019 (modificado pelo autor)

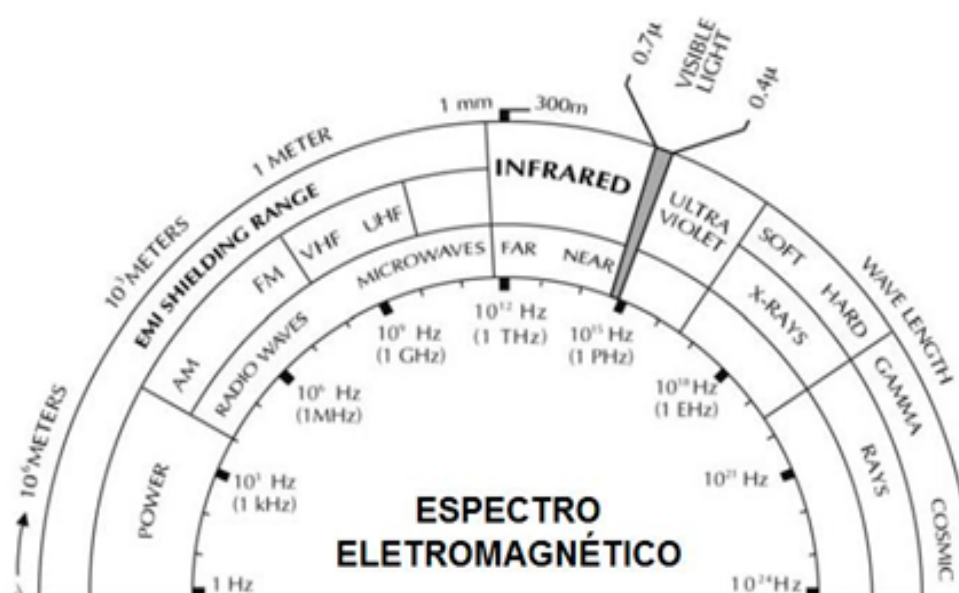
4.4. Interferência Eletromagnética.

A interferência eletromagnética ou EMI, do inglês electromagnetic interference, pode ser definido como a “degradação do desempenho de um equipamento, canal de transmissão ou sistema; causada por uma perturbação eletromagnética” (LIZ, 2003). E segundo a (ANATEL, 2020), uma perturbação eletromagnética é um fenômeno eletromagnético capaz de degradar o desempenho de um dispositivo, equipamento ou sistema, ou de afetar desfavoravelmente matéria viva ou inerte.

As EMIs podem ser gerada por centelhamento nas escovas de motores, chaveamento de circuitos de potência, em acionamentos de cargas indutivas e resistivas, acionamentos de relés, chaves, disjuntores, lâmpadas fluorescentes, aquecedores, ignições automotivas, descargas atmosféricas e mesmo as descargas eletrostáticas entre pessoas e equipamentos, aparelhos de microondas, equipamentos de comunicação móvel, etc (OLIVEIRA, 2017).

Dentro do espectro eletromagnético, existe um certo intervalo no comprimento de onda que gera interferência em equipamentos eletrônicos e circuitos elétricos. Ondas eletromagnéticas com frequências de 1Hz até 1THz, ou seja, ondas de rádio e micro-ondas, são as responsáveis por interferências eletromagnéticas (CASSIOLATO, 2005), como demonstra a Figura 3, na região descrita como EMI Shielding Range (Faixa de proteção de EMI).

Figura 3-Espectro Eletromagnético



Fonte-Vivace Instruments, 2011

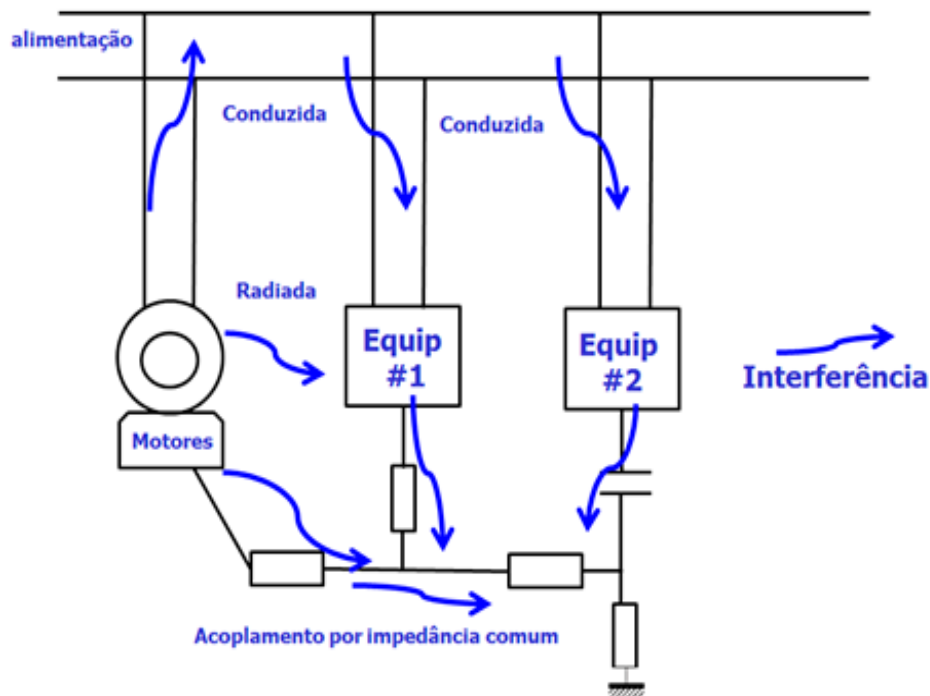
As ondas eletromagnéticas que estão no espectro da luz, infravermelho, luz visível e ultravioleta, não possuem poder de penetração em meios opacos (HELERBROCK, 2013), uma simples isolação em cabos e o armazenamento de circuitos eletrônicos em caixas fechadas, bloqueando a entrada de luminosidade, são suficientes para proteger os circuitos dessas ondas. Já as ondas do espectro denominado radiação ionizante, após uma exposição prolongada, faz com que partes dos circuitos sofram alterações em suas características elétricas, devido a cargas elétricas acumuladas (BALEN, 2010).

4.5. Tipos de interferências.

Há dois tipos de interferências eletromagnéticas, as conduzidas e as radiadas (MARDIGUIAN, 1999). A interferência conduzida é aquela interferência que é levada ao equipamento através de um condutor (cabo de alimentação, comunicação). Já a interferência radiada é aquela interferência que atinge o equipamento sem que haja contato físico (imersão em campos eletromagnéticos) (SOARES e QUEVEDO, 2005).

Na Figura 4 é possível visualizar um exemplo dos meios de propagação e a direção das perturbações eletromagnética geradas por um motor de indução.

Figura 4-Propagação das perturbações eletromagnéticas



Fonte-Vivace Instruments, 2011

Outra maneira de classificar as EMIs é de acordo com a fonte de origem da perturbação, podendo ser de origem natural, intencional e não-intencional (MONTENEGRO, 2020). Onde as fontes de origem naturais podem ser raios, tempestades geomagnéticas, descargas eletrostáticas entre outros. As EMIs de fonte intencional e não-intencional, tem a contribuição do homem para o surgimento das mesmas, exemplos de perturbação de fonte intencional são as difusoras AM/FM, radioamadores, serviços de celular entre outros, já as fontes de origem não-intencional por exemplo são os motores elétricos, linhas de transmissão, sistemas de ignição, etc. (SOARES, 2013).

4.6. Problemas relacionados a interferência eletromagnética

O maior problema causado pela EMI são as situações esporádicas e que degradam aos poucos os equipamentos e seus componentes. Os mais diversos problemas podem ser gerados pela EMI, por exemplo, em equipamentos eletrônicos, podemos ter falhas na comunicação entre dispositivos de uma rede de equipamentos e/ou computadores, alarmes gerados sem explicação, atuação em relés que não seguem uma lógica e sem haver comando para isto e, queima de componentes e circuitos eletrônicos, etc. (CASSIOLATO, 2005)

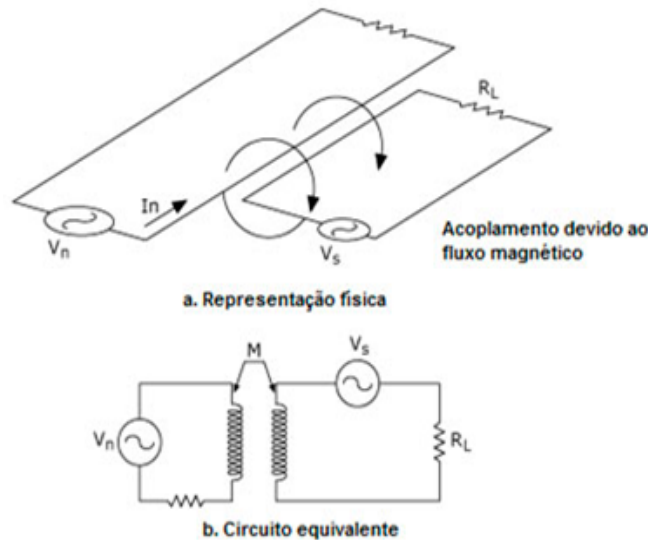
Quando um condutor ou equipamento é exposto a uma onda eletromagnética, seus elétrons livres se movem ao redor em resposta a esta onda, gerando corrente elétrica (CASSIOLATO, 2005). Essa corrente quando “lida” por processadores digitais, podem ser entendidas como comandos falsos, gerando respostas não condizentes com aquilo que os sensores demonstram. As consequências variam do quão crítico é o sistema, e vai desde chiados em radiocomunicação até problemas com efeitos mais graves como falha em aparelhos médicos ou acidentes em plantas nucleares.

4.7. Indução eletromagnética

Quando há um fluxo de corrente elétrica em um condutor, ocorre uma produção de um campo magnético proporcional à intensidade da corrente (HELERBROCK, 2014). Esse campo magnético gera corrente elétrica em materiais condutores próximos através de um fenômeno conhecido como indução eletromagnética (ERREDE, 2007). “Indução eletromagnética é o fenômeno responsável pelo surgimento de correntes elétricas em materiais condutores imersos em campos magnéticos, quando sujeitos a mudanças no fluxo de campo magnético que os atravessa” (HELERBROCK, 2014).

A indução eletromagnética é muito utilizada em circuitos elétricos modernos, como transformadores, relés entre outros, porém é capaz de gerar um efeito indesejado chamado acoplamento indutivo (OLIVEIRA, 2017). Acoplamento indutivo é quando o fluxo magnético induz, de maneira não-intencional, correntes elétricas em condutores próximos à fonte do campo magnético, gerando perturbações eletromagnéticas (CASSIOLATO, 2011).

Figura 5- Acoplamento indutivo – Representação física e circuito equivalente



Fonte – Vivace Instruments, 2011

Na Figura 5 é demonstrado o efeito do acoplamento indutivo em circuitos elétricos, onde o fluxo de corrente I_n no circuito a esquerda, gera uma corrente induzida, no circuito da direita, por todo o perímetro em que os condutores permanecem em paralelo. Formando assim um circuito equivalente, diferente do projetado.

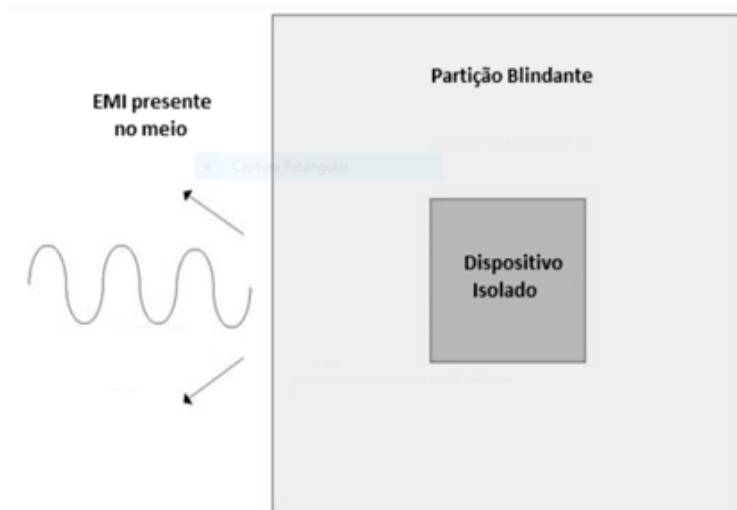
4.8. Técnicas Para a Redução de EMIs

“Dispositivos e técnicas simples, tais como, a utilização de métodos de aterramento adequado, blindagem, fios trançados, os métodos média de sinais, filtros e amplificadores diferenciais podem controlar o ruído na maioria das medições” (CASSIOLATO, 2011).

4.9. Blindagem eletromagnética

“Blindagem é uma técnica importante na atenuação de interferências eletromagnéticas, seja em sistemas de potência, telecomunicações, automação industrial ou qualquer outro ramo da engenharia que empregue energia elétrica” (MENEZES, 2016). A atenuação de interferências eletromagnéticas é possível através da criação de uma partição entre dois meios que controla a propagação de campos eletromagnéticos (OTT, 1988).

Figura 6- Partição blindante isolando o dispositivo da EMI



Fonte- Menezes, 2016

Essa partição tem objetivo de conter os campos gerados por uma fonte de EMI e isolar um dispositivo suscetível a EMI de um ambiente com perturbação eletromagnética, como demonstrado na Figura 6.

4.10. Cabeamentos

Mesmo que haja uma partição blindante bem projetada, perturbações eletromagnéticas pode ser conduzidas para o interior da partição através do cabeamento que interliga o dispositivo isolado à pontos externos (OTT, 1988). A blindagem dos cabos se dá pelo mesmo princípio da partição isolante: isolar o material condutor do meio externo.

O método de realizar a blindagem de um dispositivo e do cabeamento é através de um fenômeno descoberto por Michael Faraday em 1821, chamado Gaiola de Faraday. Faraday disse que o campo elétrico dentro de uma caixa condutora fechada é igual a zero (MENEZES, 2016). A Gaiola de Faraday pode ser criada ao redor do dispositivo que deseja isolar ou, ao redor do condutor por toda sua extensão, conforme a Figura 7, onde há uma partição blindante estruturado como uma malha, composta por um material condutor, entre o material isolante externo e os cabos internos, essa estrutura funciona como uma Gaiola de Faraday.

Figura 7- Exemplo de blindagem no cabeamento



Fonte- ViaCabos, 2018

De acordo com (CASSIOLATO, 2005), a disposição do cabeamento auxilia na redução das EMIs por acoplamento indutivo, como a limitação do comprimento dos cabos em paralelo, uma distância maior entre o cabo perturbador e o cabo vítima.

4.11. Aterramento

“Aterramento é a arte de se fazer uma conexão com toda a terra. A conexão terra é na realidade a interface entre o sistema de aterramento e toda a terra, e é por esta interface que é feito o contato elétrico entre ambos (“terra” e sistema de aterramento)” (FILHO, 2002). Existem várias maneiras de aterrar um sistema, que vão desde uma simples haste cravada no solo, placas de um material condutor enterradas no solo, até cabos enterrados no solo formando diversas configurações complexas (KINDERMANN e CAMPAGNOLO, 1995).

Uma das funcionalidades do aterramento elétrico é o controle de interferência eletromagnética, tanto interno ao sistema eletrônico como externo ao sistema. “O sistema de aterramento deve ter um caminho com impedância zero, para atender aos requisitos de segurança, proteção contra raios e EMI. Isto é, uma concepção ideal, porém na prática não é bem assim” (CASSIOLATO, 2011).

“O aterramento da partição blindante também é um ponto necessário, pois fornece uma rota de baixa impedância para correntes geradas na estrutura blindante devido às ondas eletromagnéticas incidentes” (MENEZES, 2016).

4.12. Filtros analógicos

Os filtros analógicos são uma solução para EMIs de frequência fixa, como 60Hz e 50Hz da própria rede, ou frequências altas como em fontes chaveadas (CASSIOLATO, 2005). Para (MENEZES, 2016), os filtros analógicos devem ser inseridos o mais próximo da partição blindante.

5. METODOLOGIA

A fim de analisar a possibilidade do emprego das técnicas descritas no capítulo 2.3, para a redução das EMIs, será realizado ensaios, em bancada, que consistem em induzir, de maneira intencional, interferência eletromagnética em circuitos e comunicação. Após a constatação da interferência, será aplicado as técnicas descritas, mensurado e comparado se há uma redução significativa nas EMIs.

5.1. Materiais

Inicialmente será necessário a aquisição de certos equipamentos para os ensaios. O primeiro equipamento é uma central de cerca elétrica, modelo GCP 10000 CR, que

pode ser visto na Figura 8, e será responsável por gerar a interferência eletromagnética que pretende se proteger. O segundo equipamento é um aparelho interfone residencial, modelo F8 NTL que também pode ser visto na Figura 8. A escolha do interfone como vítima da EMI, se dá pelo circuito interno de amplificação de áudio do interfone, que amplifica o sinal da perturbação e converte em áudio, sendo possível “ouvir” a interferência eletromagnética.

Figura 8 – Central de choque GCP 10000 e interfone F8-NTL, respectivamente.



Fonte – Autor.

Conforme a página 7 do Anexo A, o manual de instalação da GCP 10000 CR, é instalado um circuito de fio de cerca ao longo do perímetro da residência e interligado à central através de um cabo de alta isolamento. Para simular a EMI gerada por esse circuito descrito no manual, será necessária a construção de uma estrutura que simule o circuito externo da cerca, em uma escala menor conforme a Figura 9. Esta estrutura consiste em uma haste de alumínio, com um isolador de plástico ABS em cada extremidade (tanto a haste, quanto o isolador são próprios para cercas elétricas), entre um isolador e outro é fixado um fio de aço inox com seção transversal de 0,60 mm² (também se trata de um fio próprio para cercas elétricas). A interligação entre o fio da cerca e a central de choque é feita a partir de um cabo com isolamento de até 10KV de tensão.

Figura 9 – Estrutura simulatória do circuito externo da cerca.



Fonte – Autor.

Após a construção da estrutura, serão realizados ensaios para aferir a interferência gerada pela cerca elétrica e propagada através da estrutura construída. Essa mensuração será feita com o osciloscópio, que de acordo com (referencia) captará uma alteração na forma de onda padrão. As ponteiras do osciloscópio serão conectadas nos pontos de saída do alto-falante do interfone, conforme a Figura 10, pois o interfone conta com circuitos de amplificação, que atenua o sinal da EMI tornando mais fácil sua aferição.

Figura 10 – Ponto de medição da forma de onda afetada.



Fonte – Autor.

6. ENSAIOS

Os ensaios serão divididos em duas condições de base: a primeira terá o fio da cerca como emissor da EMI e a segunda terão os cabos de alta isolação como emissor, a fim de simular condições de instalações residenciais.

Tabela 1 – Distancias medias dos ensaios entre os tipos de emissores e receptores.

Emissor	Receptor	Distancias medidas (em centímetros)			
Fio de aço	Cabo UTP s/ blindagem	5	15	20	30
Fio de aço	Cabo UTP c/ blindagem	5			
Cabo de alta isolação	Cabo UTP s/ blindagem	5	15	20	
Cabo de alta isolação	Cabo UTP c/ blindagem	5			

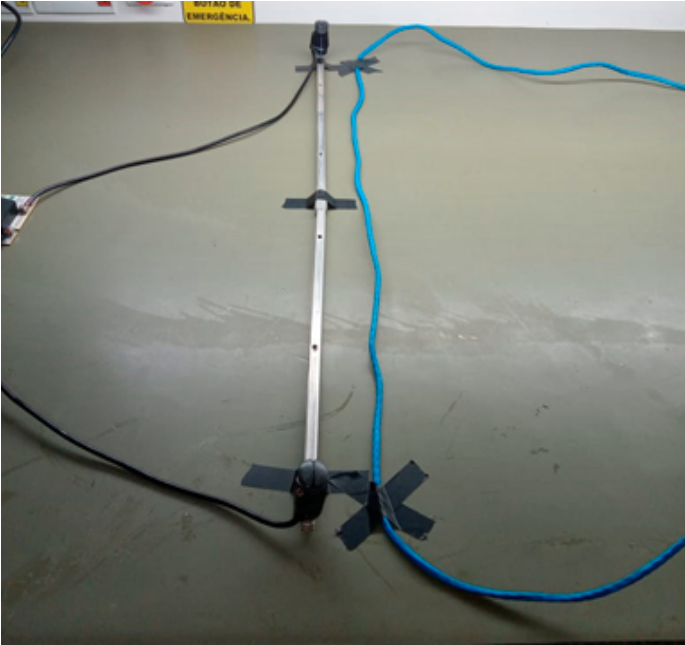
Fonte 1 – Autor.

Na Tabela 1, é descrito as condições dos ensaios, tipo de condutor emissor da EMI, tipo e condição do condutor vítima e as distâncias médias entre os dois. A medição dos ensaios será feita pelo osciloscópio e cada ensaio terá uma duração de cinco segundos.

1.1.1. EMI gerada pelo fio de aço da cerca

O primeiro ensaio a ser realizado, terá como objetivo definir um padrão para os efeitos da EMI entre o fio exposto e o circuito de comunicação do interfone, e se dará da seguinte forma: será fixado paralelamente à estrutura criada, como visto na Figura 10, o condutor que interliga o monofone e o interfone, com uma distancia média de 5(cinco) centímetros entre o fio emissor de EMI e o condutor vitima, conforme demonstrado na Figura 11. Após a preparação da estrutura do ensaio será ativado o pulso de choque da central eletrificadora, e mensurado a forma de onda captada pelo osciloscópio. O cabeamento utilizado na interligação entre o monofone e o interfone é um cabo UTP Cat5e 100% cobre sem blindagem, e a conexão se dará por somente um par interno do cabo.

Figura 11 – Cabo vitima á uma distância média de cinco centímetros.



Fonte – Autor.

O segundo ensaio, terá sua distância incrementada em relação ao primeiro, cerca de 10(dez) centímetros, ficando com uma distância média de 15(quinze) centímetros entre o fio emissor e o condutor vitima, conforme demonstrado na Figura 12. Após o acréscimo da distância, será ativado novamente o pulso de choque da central eletrificadora, e mensurado a forma de onda captada pelo osciloscópio. Neste ensaio a conexão entre o interfone e o monofone se manterá o mesmo do primeiro ensaio.

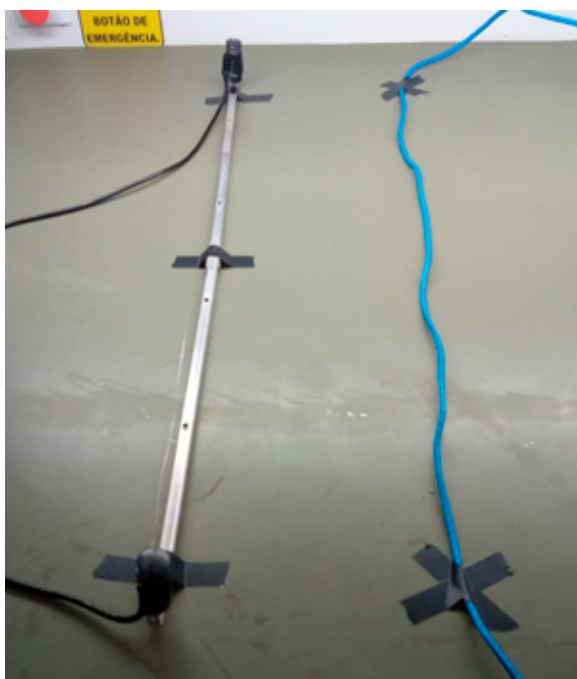
Figura 12 – Cabo vítima à uma distância média de quinze centímetros.



Fonte – Autor.

O terceiro ensaio seguirá a mesma escala do segundo, tendo sua distância incrementada em relação ao segundo, cerca de mais 10(dez) centímetros, ficando com uma distância média de 20(vinte) centímetros entre o fio emissor e o condutor vítima, conforme demonstrado na Figura 13. Após o acréscimo da distância, será ativado novamente o pulso de choque da central eletrificadora, e mensurado a forma nova de onda captada pelo osciloscópio. Neste ensaio a conexão entre o interfone e o monofone se manterá o mesmo do primeiro ensaio.

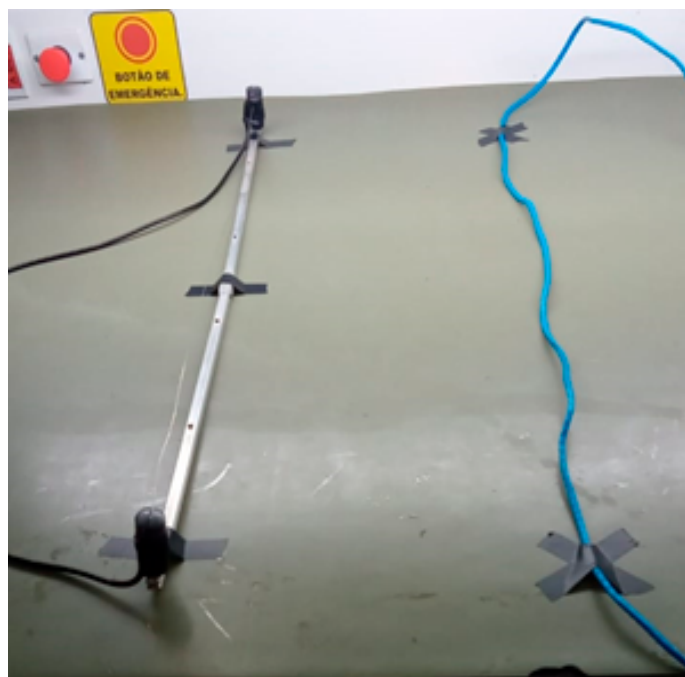
Figura 13 – Cabo vítima à uma distância média de vinte centímetros.



Fonte – Autor.

No quarto ensaio, distancia media entre o fio e o condutor será de 30(trinta) centímetros, conforme a Figura 14. Será ativado novamente o pulso de choque e aferido a forma de onda captada pelo osciloscópio. Neste ensaio a conexão entre o interfone e o monofone se manterá o mesmo do primeiro ensaio.

Figura 14 – Cabo vítima à uma distância média de trinta centímetros.



Fonte – Autor.

O quinto ensaio utilizará as mesmas distancias do primeiro ensaio, porém haverá a alteração do condutor vítima, este condutor será um cabo UTP Cat5e blindado (até o seguinte momento não foi adquirido o cabo blindado para a realização do ensaio), mantendo a conexão entre o interfone e o monofone por somente um par interno do cabo. Este ensaio será dividido em duas partes: na primeira parte será realizado o aterramento da partição blindante e mensurado a forma de onda após o acionamento do pulso de choque. E na segunda parte, será mensurada a forma de onda sem o aterramento da partição blindante.

7. RESULTADOS E DISCUSSOES

Até o momento presente, não foram realizados os ensaios. Por esse motivo esse secção não estará preenchida

8. CONCLUSÃO

Como os ensaios não foram realizados, a secção deste artigo não pode ser preenchida.



REFERENCIAS



- ANATEL. Requisitos técnicos para avaliação da conformidade de transceptor para estação rádio base. Agência Nacional de Telecomunicações. Brasília, p. 8. 2020.
- BALEN, T. R. Efeitos da radiação em dispositivos analógicos (FPAAs) e técnicas de proteção. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2010. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/27254/000763742.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 08 Junho 2021.
- BRAGA, N. C. Alarme com Eletrificador de Cercas (ART1727). Instituto Newton C. Braga, 2018. Disponível em: <<https://www.newtoncbraga.com.br/index.php/projetos/15409-alar-me-com-eletrificador-de-cercas-art1727.html>>. Acesso em: 15 Junho 2021.
- CASSIOLATO, C. EMI – Interferência Eletromagnética. Petro & Química, São Paulo, n. 272, Maio 2005.
- CASSIOLATO, C. EMI - Interferência Eletromagnética em instalações industriais e muito mais. Vivace Instruments, 2011. Disponível em: <<https://www.vivaceinstruments.com.br/pt/artigo/emi-interferencia-eletromagnetica-em-instalacoes-industriais-e-muito-mais>>. Acesso em: 12 Março 2021.
- ERREDE, S. A Brief History of Electromagnetism. Universidade de Illinois, 2007. Disponível em: <http://web.hep.uiuc.edu/home/serrede/P435/Lecture_Notes/A_Brief_History_of_Electromagnetism.pdf>. Acesso em: 12 Março 2021.
- FILHO, S. V. Aterramentos Elétricos. 1ª. ed. Belo Horizonte: Art Liber, 2002.
- HELERBROCK, R. Meios transparentes, translúcidos e opacos. Brasil Escola, 2013. Disponível em: <<https://brasilestola.uol.com.br/fisica/transparentes-translucidos-opacos.htm>>. Acesso em: 13 Maio 2021.
- HELERBROCK, R. Indução eletromagnética. Brasil Escola, 2014. Disponível em: <<https://brasilestola.uol.com.br/fisica/a-inducao-eletromagnetica.htm>>. Acesso em: 26 Maio 2021.
- JFL ALARMES. Manual ECR18_ECR181_SHOCK 18. JFL Alarmes, 2017. Disponível em: <<https://www.jflalarmes.com.br/uploads/jfl-download-eletrificadores-manual-ecr-18-.pdf>>. Acesso em: 15 Março 2021.
- JONES, V. 50 YEARS OF POWER FENCING. Proceedings of the New Zealand Grassland Association 49, Matamata, v. 49, p. 145-149, Janeiro 1988.
- KINDERMANN, G.; CAMPAGNOLO, J. M. Aterramento Elétrico. 3ª. ed. Porto Alegre: Sagra-D.C. Luzzato, 1995.
- LIZ, M. B. D. Contribuição para a redução da interferencia eletromagnética em fontes chaveadas. Universidade Federal de Santa Catarina, 2003. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/85025/195653.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 03 Junho 2021.
- MARDIGUIAN, M. EMI – Troubleshooting Techniques. 1ª. ed. Nova York: McGraw-Hill Education, 1999.
- MARKUS, O. Circuitos Elétricos. 1ª. ed. São Paulo: Érica LTDA, 2001.
- MENEZES, P. O. Análise da eficácia de blindagem de materiais condutores, ferromagnéticos e compostos de grafite. Universidade Federal de Ouro Preto, 2016. Disponível em: <https://www.monografias.ufop.br/bitstream/35400000/249/1/MONOGRAFIA_An%C3%A1liseEfic%C3%A1ciaBlindagem.pdf>. Acesso em: 12 Junho 2021.
- MONTENEGRO, K. L. A. Compatibilidade e Interferência Eletromagnética. Universidade Anhanguera Uniderp, 2020. Disponível em: <https://repositorio.pgsskroton.com/bitstream/123456789/30428/1/K%C3%81TIA_LORRANNE_ALENCAR_MONTENEGRO_ATIVIDADE3.pdf>. Acesso em: 13 Junho 2021.
- OLIVEIRA, R. V. B. D. Interferência Eletromagnética Intencional. Universidade Federal de Minas Gerais, 14 Dezembro 2017. Disponível em: <<https://www.pggee.ufmg.br/defesas/1396M.PDF>>. Acesso em: 06 Junho 2021.
- OTT, H. W. Noise Reduction Techniques in Electronic Systems. 2ª. ed. Nova York: John Wiley & Sons, 1988.
- SEGURANÇA ELETRÔNICA. Crise da Covid-19 provoca aumento de produtos e soluções de monitoramento à distância. Revista Segurança Eletrônica, 2020. Disponível em: <<https://revistasegurancaeletronica.com.br/crise-da-covid-19-provoca-aumento-de-produtos-e-solucoes-de-monitoramento-a-distancia/>>. Acesso em: 1 Março 2021.
- SEJUSP. Dados Abertos | Secretaria de Estado de Justiça e Segurança Pública. Secretaria de Estado de Justiça e Segurança Pública, 10 Março 2021. Disponível em: <<http://www.seguranca.mg.gov.br/2018-08-22-13-39-06/dados-abertos>>. Acesso em: 15 Março 2021.
- SOARES, E. P. Introdução a Compatibilidade Eletromagnética Automotiva. 1ª. ed. São Caetano do Sul: SUTORI, 2013.
- SOARES, M. F.; QUEVEDO, D. L. O que é Compatibilidade Eletromagnética (EMC). Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUC -RS), 2 Junho 2005. Disponível em: <<https://www.pucrs.br/labelo/o-que-e-compatibilidade-eletromagnetica-emc/>>. Acesso em: 07 Maio 2021.
- VIACABOS. Cabo de Controle Blindado. ViaCabos Condutores Elétricos, 2018. Disponível em: <<http://www.viacabos.com.br/cabo-de-controle-blindado.php>>. Acesso em: 12 Junho 2021.
- WILSON, D. H. Electric Fence. 343.939, 15 Junho 1886.