

Controle de Ativos de Instalações de Extra Alta Tensão Através de Tecnologia RFID

Botta, Gilson F, CTEEP- ISA; Rocco, A.; Onuki, Alexandre S.; Faria, Luiz C.; Santana, Hugo; Song, Neun K. L., - UNISANTA

Resumo: Este artigo apresenta os resultados do projeto de pesquisa e desenvolvimento (P&D), realizado numa parceria entre a ISA-CTEEP e a UNISANTA, cujo objetivo foi avaliar a aplicação da tecnologia de RFID no controle de movimentação de ativos da empresa, em ambiente de extra-alta tensão. Para tanto, são retratados ensaios de campo e laboratório realizados nos dispositivos envolvidos, bem como apontadas as restrições de adaptação dos equipamentos de identificação e coleta de dados, além da integração ao banco de dados de controle de ativos da empresa.

Palavras Chave: Rádio Freqüência - Identificação - Controle de Ativos - Integração de Dados.

I. INTRODUÇÃO

Um dos fatores de sucesso da operação de Sistemas Elétricos de Potência é assegurar a máxima disponibilidade de seus equipamentos. Assim, o rastreamento da movimentação e a gestão dos ativos de empresas de transmissão de energia elétrica tornam-se fatores imprescindíveis, para adequação aos requisitos regulatórios e gerenciais.

A identificação dos equipamentos em operação e em reserva, de acordo com sua localização física, características e histórico deve ser feita com a máxima precisão e rapidez, para o sucesso de um eventual remanejamento entre instalações.

A adoção de soluções de coleta automática de dados baseada em tecnologia RFID (Radio Frequency Identification), tem por objetivo aumentar o grau de precisão e rapidez na identificação e rastreamento deste tipo de equipamento, atualmente executados de forma manual.

A tecnologia de RFID vem sendo adotada em soluções diferentes da proposta, as quais não consideram o ambiente de instalações energizadas de extra-alta tensão.

Para esta aplicação, estudos específicos de compatibilidade eletromagnética e sua influência no equipamento detector, bem como níveis de funcionalidade considerando a coleta dos dados em rádio freqüência, associados aos efeitos de intempéries, são requisitos a serem observados. Além desses, destacam-se peculiaridades relativas às necessidades da disponibilização de informações de controle de ativos de uma empresa transmissora de energia elétrica de grande porte, como é o caso da CTEEP-ISA.

II. OBJETIVOS

Aplicar a tecnologia RFID (Radio Frequency Identification) visando a identificação/etiquetamento para controle rastreamento e monitoramento de equipamento de subestações transformadoras do Sistema Elétrico de Potência (Transformadores, disjuntores, etc), da ISA-CTEEP.

Os objetivos potenciais do projeto foram:

- Aumento de rapidez e precisão da identificação dos equipamentos elétricos.
- Diminuição do tempo de gerenciamento do cadastro de Ativos.
- Aumento do nível de segurança de operação.
- Aumento da Eficiência dos processos de acompanhamento e rastreamento dos Ativos.

Para tanto, considera-se que este dispositivo deve operar em áreas energizadas sujeitas as interferências causadas pelos campos elétricos e magnéticos de alta intensidade, agentes de agressão ambiental como altas temperaturas e poluentes químicos. Tais condições determinam a realização de ensaios de

equipamentos (laboratório e campo) e testes funcionais no sistema de coleta e transmissão de dados, para posterior adequação que permita integrá-los com os sistemas de gestão, envolvendo os sistemas de controle de almoxarifados, controle de ativos e manutenção da ISA-CTEEP.

Após os testes de laboratório e de campo realizados na Subestação Baixada Santista da ISA-CTEEP, foram formalizados os padrões de identificação/etiquetamento bem como a estratégia de aplicação nas demais instalações da empresa.

III. ESPECIFICAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS

Os componentes básicos da tecnologia RFID são três: transceiver (antena com decodificador, normalmente chamado de LEITOR), transponder (chamado de RF Tag, etiqueta ou apenas TAG), composto de antena e microchip e, por fim, o servidor.

O leitor emite frequências de rádio que são dispersas desde alguns centímetros até alguns metros, dependendo da potência e da frequência de rádio utilizada. As antenas das etiquetas ou Tags são fabricadas em diversos tamanhos e formatos, possuindo configurações e características distintas, cada uma para um tipo de aplicação.

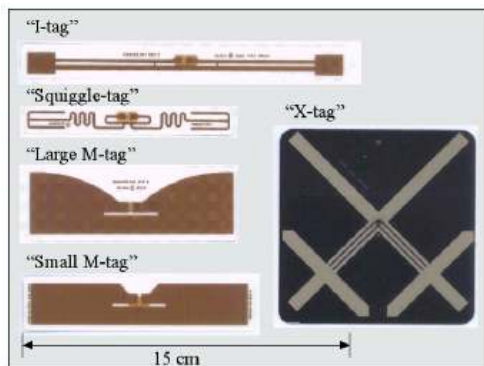


Figura 01: Formato das TAGs (Etiquetas)

Os transponders (ou RF Tags ou Tags) estão disponíveis em diversos formatos, tais como cartões, pastilhas, argolas e em materiais como plástico, vidro, epóxi, etc.

Por apresentar essa característica de rádio frequência, o equipamento pode ler através de diversos materiais como papel, cimento, plástico, madeira, vidro, etc.

As Tags são capazes de armazenar dados enviados por transmissores. Elas respondem a

sinais de rádio de um transmissor/leitor e retornam informações internamente contidas. O microchip da TAG envia sinais/dados para as antenas, que os retransmitem para o leitor. Tais dados, capturados pelo leitor, são enviados ao servidor, passando em seguida por uma filtragem de informações e comunicando-se com os diferentes sistemas da empresa, tais como Controle de Acessos, Sistema de Gestão, Sistema de Relacionamentos com Clientes, Sistemas de Suprimentos, Sistema de Identificação Eletrônica de Animais, entre outros.

Os sistemas de RFID são definidos pela faixa de frequência que operam. Os sistemas de baixa frequência vão de 30KHz a 500KHz e servem para curta distância de leitura. Tendo um baixo custo operacional, esses sistemas são utilizados em controles de acesso, identificação e rastreabilidade de produtos, entre outras coisas.

Os sistemas de alta frequência vão de 900MHz a 2,45GHz e servem para leitura em média e longa distâncias e leituras a alta velocidade. São utilizados em veículos e para coleta automática de dados.

TAGS PASSIVAS E ATIVAS

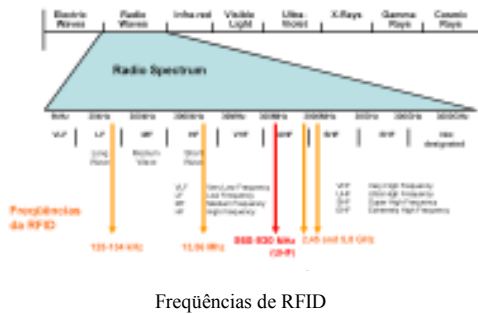
As Tags possuem 2 categorias: Ativas e Passivas. Tags ativas são alimentadas por uma bateria interna e permitem processos de escrita e leitura, sendo que as passivas não possuem alimentação interna e são do tipo somente leitura (read only).

As distinções destas tecnologias podem parecer superficiais, mas na verdade elas têm um grande impacto na definição do sistema. A RFID passiva reflete a energia para o leitor ou absorve e temporariamente guarda uma pequena quantidade de energia do leitor para gerar sua própria resposta. As TAGs Passivas requerem um poderoso sinal do leitor e as respostas às vezes são em níveis baixos devido à limitada energia. Em contrapartida, RFID Ativas, podem receber níveis baixos de energia do leitor, e mesmo assim conseguem gerar altos níveis de energia na volta, devido a sua bateria interna.

TELECOMUNICAÇÕES

O sistema RFID pode usar frequências diferentes, as quais são: baixas frequências (LF - low frequency por volta 125KHz), alta frequência (HF - high frequency, 13.56 MHz), ultra frequência (UHF - Ultra High Frequency, 902-928 MHz e 2.45GHZ).

Ondas de Rádio comportam-se diferentemente em frequências distintas. Para se escolher a frequência certa deve-se levar em conta dois fatores principais. Um é a distância que a frequência pode alcançar, ou seja, quanto maior a frequência, mais curto é o tamanho da onda para a transmissão. Quanto mais curto o comprimento da onda, melhor para antenas menores como as de Tags estarem disponíveis para receber uma transmissão de longas distâncias. Contudo, se a frequência for menor, mais curta é a distância de alcance de leitura para uma antena de Tag de igual tamanho. O segundo é o material em que as Tags são presas, já que um fator importante é o material que as Tags são afixadas e que podem influenciar na frequência. Dependendo se ele for líquido, metal, devem ser feitos testes de influência sobre essa superfície. Tem-se uma prévia dos diferentes tipos de ondas bem como suas aplicações.



IV. TESTES DE LABORATÓRIO

Os testes de laboratório têm por finalidade avaliar o comportamento do processo de leitura da etiqueta RFID UHF (902 - 907,5 MHz e de 915-928 MHz), quando a mesma é exposta sob condições de altos valores de campo elétrico e campo magnético.

O modelo de TAG empregado nos testes, permite leituras em ambiente livre de interferências a uma distância de até 0.9 metros com polarização linear alinhada (Leitor/TAG), conforme Figura 1.1, e a uma distância mínima de 0,1 metros com polarização linear cruzada (Leitor/TAG), conforme Figura 2.



Figura 2 - Leitura da TAG livre de interferência

De acordo com a norma ABNT NBR 15415, os campos elétricos e magnéticos gerados por instalações de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica, podem ser caracterizados de acordo com sua magnitude, frequência, forma de onda, grau de polarização, variação espacial e variação temporal.

Níveis de referência em valor eficaz de exposição a campos elétricos são 4,16 kV/m e magnéticos 83,3 μT.

A. CAMPO ELÉTRICO

Para simulação do campo elétrico, variável no tempo com frequência de 60Hz, presente no ambiente da subestação, foi desenvolvido um capacitor cilíndrico, o qual, permite que se atinja entre as placas valores comparáveis ao ambiente da subestação.

A solução para o Laplaciano do potencial elétrico variável no tempo no espaço vazio entre as placas para o caso de um capacitor cilíndrico, pode ser avaliada por:

$$\vec{E}(t) = -\nabla V(t) = -\frac{\partial V(t)}{\partial r} \vec{a}_r = -\frac{V_1(t)}{\ln \frac{r_1}{r_2}} \frac{1}{r} \vec{a}_r \quad \left(\frac{V}{m} \right)$$

A figura 3 ilustra o protótipo do capacitor cilíndrico desenvolvido e seu ambiente de teste.



Figura 03 – Protótipo do Capacitor

Como resultado do teste de inserção no campo elétrico não foi observada nenhuma interferência no padrão da distância de leitura, o que nos permitiu concluir que a exposição da TAG ao campo elétrico na frequência de 60Hz, em nada contribui para a degradação de leitura.

B. CAMPO MAGNÉTICO

Para simulação em laboratório do campo magnético, variável no tempo com frequência de 60Hz, presente no ambiente da subestação, foi desenvolvido um reator com entreferro, o qual, permite a obtenção de um valor de densidade de fluxo magnético acima dos limites máximos toleráveis em acordo com a norma ABNT NBR 15415 e os dados de corrente máxima do sistema polifásico da Subestação (SE Baixada Santista).

O entreferro do reator magnético foi dimensionado com a medida de 0,1 metros por 0,1 metro, o que permite a imersão total da TAG no fluxo magnético, tanto horizontalmente como verticalmente, e ainda permitindo que a mesma seja rotacionada sob o efeito do campo.

Durante este processo foi possível observar se os efeitos de força eletromotriz induzida na antena/Chip, provocam interferências no procedimento de leitura da TAG, ou mesmo se a TAG é danificada devido à exposição do campo magnético intenso.

As dimensões do reator com entreferro podem ser observadas na Figura 4.



Figura 04 – Reator Com Entreferro

Neste teste, conforme a curva de Corrente/Densidade de fluxo magnético levantada para o reator, foi aplicada uma corrente de 6,3A.

O modelo de TAG empregado nos testes, permite leituras em ambiente livre de interferências de até 0.9 metros com polarização linear alinhada (Leitor/TAG), e de 0,1 metros com polarização linear cruzada (Leitor/TAG).

Como resultado do teste de inserção no campo magnético, não foi observada nenhuma interferência no padrão da distância de leitura, o que nos permitiu concluir que a exposição da TAG ao campo magnético na frequência de 60Hz, em nada contribui para a degradação de leitura.

C. TESTES DE ATENUAÇÃO

Para realização deste teste foram utilizados diversos materiais como Madeira, Borracha, Acrílico e Metal em tamanho padrão e espessuras variadas, como base de fixação das etiquetas. Em alguns casos foi testada também a influência da água no desempenho do material.

Como referência foi utilizada a distância de 0,90 metros definido nos testes de laboratório em condições ideais.

- Madeira

Para os testes do desempenho da etiqueta fixada em madeira, foi utilizado o tipo Compensado. Os Resultados estão na tabela 01 para material seco e na tabela 02 para molhado.

Tabela 01 -

Espessura	Distância de Leitura	Percentual de Redução
6 mm	75 cm	16,67 %
10 mm	50 cm	44,44 %
25 mm	50 cm	44,44 %

Tabela 02 -

Espessura	Distância de Leitura	Percentual de Redução
6 mm	25 cm	72,22 %
10 mm	20 cm	77,78 %
25 mm	20 cm	77,78 %

- Borracha Sintética

Para os testes do desempenho da etiqueta fixada em Borracha do tipo sintética, os resultados estão na tabela 03 para material seco e tabela 04 molhado.

Tabela 03 -

Espessura	Distância de Leitura	Percentual
3 mm	50 cm	44,44 %
6 mm	30 cm	66,67 %
9 mm	20 cm	77,78 %
12 mm	18 cm	80,00 %
15 mm	15 cm	83,33 %
18 mm	15 cm	83,33 %

Tabela 04 -

Espessura	Distância de Leitura	Percentual
3 mm	30 cm	66,67 %
6 mm	15 cm	83,33 %
9 mm	12 cm	86,67 %
12 mm	10 cm	88,89 %
15 mm	09 cm	90,00 %
18 mm	08 cm	91,11 %

- Borracha EPR

Para os testes do desempenho da etiqueta fixada em Borracha do tipo EPR, os resultados estão na tabela 05 para material seco e na tabela 06 para molhado.

Tabela 05 -

Espessura	Distância de Leitura	Percentual
9 mm	90 cm	0 %
18 mm	90 cm	0 %
27 mm	90 cm	0 %

Tabela 06 -

Espessura	Distância de Leitura	Percentual
9 mm	60 cm	33,33 %
18 mm	60 cm	33,33 %
27 mm	55 cm	38,89 %

- Acrílico

Para os testes do desempenho da etiqueta fixada em Acrílico, os resultados estão na tabela 07 para material seco e na tabela 08 para molhado.

Tabela 07 -

Espessura	Distância de Leitura	Percentual
2 mm	90 cm	0 %
5 mm	75 cm	16,67 %
7 mm	70 cm	22,22 %
9 mm	65 cm	27,78 %
13 mm	60 cm	33,33 %

Tabela 08 -

Espessura	Distância de Leitura	Percentual
2 mm	45 cm	50,00 %
5 mm	40 cm	55,56 %
7 mm	35 cm	61,11 %
9 mm	35 cm	61,11 %
13 mm	35 cm	61,11 %

- Metal

Para os testes do desempenho da etiqueta fixada em Metal Figura 05.

Os resultados foram nulos.



Figura 05 - Teste com Metal

- Conclusão dos testes

Os testes revelaram que materiais como borracha sintética, acrílico e madeira quando utilizados como base das etiquetas causam atenuação da distância leitora, sendo que a atenuação aumenta com o aumento da espessura do material. Em todos os casos, a madeira e o acrílico têm efeitos desprezíveis quando são de espessuras pequenas, porém a borracha sintética mesmo em pequenas espessuras causa grande atenuação. A borracha do tipo EPR não influencia na leitura.

Quando se umedece os materiais nota-se que a madeira é a única a absorver a água, sofrendo as maiores atenuações em relação a leitura. Os outros materiais, devido a características impermeáveis, não sofreram as mesmas atenuações, porém, a redução percentual foi grande.

Com base na análise dos dados levantados, recomenda-se utilizar para fixação das etiquetas bases compostas por EPR ou Acrílico de espessura reduzida e evitar leituras quando as bases estiverem molhadas.

Mitigação dos efeitos do metal na leitura da Etiquetas de RFID

Com o intuito de viabilizar o funcionamento das etiquetas quando as mesmas forem aplicadas em superfícies metálicas, foram ensaiadas algumas combinações de associação para minimização dos efeitos.

- Inserção de Borracha EPR entre a Etiqueta RFID e o Metal

Foram inseridas placas de Borracha do tipo EPR (sem interferência com relação a distância leitora) entre a Etiqueta de RFID e o metal

Foram utilizadas três espessuras de borracha EPR sobre superfície metálica tendo como resultado a Tabela 09:

Tabela 09 – Resultados dos testes da Etiquetas fixadas em Acrílico

Espessura	Distância de Leitura	Percentual
9 mm	40 cm	66,67 %
18 mm	60 cm	33,33 %
27 mm	80 cm	22,22 %

- Utilização da Base em Acrílico no Metal

Com a utilização da Base de Acrílico sobre superfície metálica tem-se como resultado a Tabela 08:

Tabela 08 – Resultados dos testes da Etiquetas fixadas em Placa de Acrílico

Espessura	Distância de Leitura	Percentual
13	4 cm	95,56 %

- Utilização da Placa de Madeira no Metal

Com a utilização da Base de Madeira sobre superfície metálica tem-se como resultado a Tabela 12:

Tabela 12 – Resultados dos testes da Etiquetas fixadas em Placa de Madeira

Espessura	Distância de Leitura	Percentual
25	35 cm	61,11 %

- Conclusão dos testes

Nos testes de mitigação dos efeitos do metal na leitura das Etiquetas de RFID, os métodos mais eficientes foram a separação da etiqueta do metal através de borracha EPR e o dispositivo em acrílico como o desenvolvido no trabalho.

Em termos de custo a borracha do tipo EPR é a solução mais barata para a aplicação.

V- IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE TELECOMUNICAÇÕES

A definição e implantação do sistema de telecomunicações apresentam informações que permitem identificar e adequar a tecnologia RFID de forma a torná-la compatível com os demais sistemas existentes nos ambientes da subestação CTEEP.

Uma característica interessante da tecnologia RFID, é o próprio fato de ser muito

recente. Desta forma, muitos aspectos de seu funcionamento e dos impactos de sua adoção ainda estão em discussão, para que se possa formar um padrão único e oficial, aplicável em um mercado globalizado e complexo como o que presenciamos atualmente.

A tecnologia RFID a ser empregada para o modelo de P&D junto a Subestação CTEEP-BSA, encontra-se na faixa de UHF de 900MHz, e atende as solicitações em concordância com os relatórios de definições anteriores.

A opção por este modelo de frequência deve-se em primeira instância ao padrão especificado pela Anatel, o qual permite a utilização de múltiplas TAGs em ambiente no qual possa ser realizada a leitura dos dispositivos à distância, através do método de irradiação de campo eletromagnético.

Sistemas RFID que operam na banda HF da faixa eletromagnética trabalham de uma forma bem diferente do que os que utilizam a banda UHF. Portanto, torna-se muito útil compreender essa diferença fundamental e também os efeitos que ocorrem no alcance da operação.

A fim de receber energia e se comunicarem com os leitores, os tags passivos podem utilizar dois métodos (indutivo e radiação) mostrados na Figura 6.

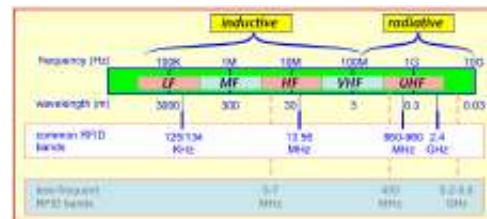


Figura 06- Faixas de Frequência

As faixas de frequência RFID e os modelos de implementação para os diferentes ambientes de negócios que utilizam as etiquetas, é algo ainda muito discutido por causa das diferentes regulamentações nos diversos países. No entanto, a frequência mais comumente utilizada, para aplicações logísticas, é a de 900 MHz.

Por motivos e razões anteriormente expostas, o foco do estudo foi mantido sobre os sistemas "RFID (Identificação por Radio Frequência)" nas faixas de 902 - 907,5 MHz e de 915-928 MHz.

VI. INTEGRAÇÃO DE DADOS

A integração dos dados coletados pelo leitor com os dados da Base de dados foi feita através do Software desenvolvido pela Universidade Santa Cecília (UNISANTA).

O Leitor, quando colocada na base após ter sido feita a leitura das etiquetas, disponibiliza

um arquivo texto contendo o número, a data e a hora de todas as etiquetas lidas.

Este arquivo texto é interpretado pelo Software de RFID do computador sendo, então, integrados os dados deste arquivo com a Base de Dados do Software.

VII. CONCLUSÕES

Foram utilizadas TAGs passivas e leitor portátil, verificando-se restrições para leituras com distâncias superiores a 1 metro.

Foram avaliadas diversas bases de fixação visando analisar os efeitos de atenuação em superfícies metálicas, verificando-se sucesso em alguns tipos de materiais.

A integração entre as leituras em campo e o banco de dados do servidor apresentou resultados positivos, permitindo a utilização destas informações por diversos sistemas corporativos (manutenção, operação e financeira).

A tecnologia RFID apresentou potencial para ampliar pesquisas nas áreas voltadas ao rastreamento de equipamentos elétricos em tempo real através de avaliação econômica de recursos técnicos alternativos:

- Substrato e espaçadores
- Formato da antena e diferentes frequências
- Potência do Leitor portátil e fixo
- Tipo de TAG – Ativa, Semi-ativa

Verificou-se através dos testes de campo e laboratório que os campos elétricos e magnéticos da subestação não interferem na aplicação da tecnologia RFID

A pesquisa possibilitou o desenvolvimento de recursos de laboratórios suficientes para reproduzir as condições ambientais de uma subestação de extra-alta tensão.

VIII. BIBLIOGRAFIA

Resolução N° 365, de Maio de 2004, Agência Nacional de Telecomunicação (ANATEL), referente a Regulamento sobre Equipamentos de Radiocomunicação de Radiação Restrita.

Resolução N° 442, de Julho de 2006, Agência Nacional de Telecomunicação, referente a Regulamento para Certificação de Equipamentos de Telecomunicações Quanto aos Aspectos de Compatibilidade Eletromagnética.

GS1 Brasil, apresentação EPC e a Identificação por Radiofrequência - RFID, Brasil, disponível em <www.gs1brasil.org.br/forum> , acesso em: novembro de 2006.

ABNT NBR 15415 - Métodos de medição e níveis de referência para exposição a campos elétricos e magnéticos na frequência de 50 Hz e 60 Hz - abr 2006

(Lopes et al., 2006) – Lopes J.C.R., Camargo J.M., Pinto E.B., Emcert M.B., Neto V.V., Projeto de Norma ABNT/COBEI – Métodos de Medição e Níveis de Referência para Exposição a Campos Elétricos e Magnéticos na Frequência de 50 e 60 Hz – SENDI (XVII Seminário Nacional de Distribuição de Energia Elétrica), Belo Horizonte – MG

(Abricem / Eletropaulo, 2004) – Guia para Campos Elétricos e Magnéticos Associados ao Uso de Eletricidade.

(Melo, 2006) - Albert C. G. Melo, I Semana de Tecnologia da Eletronorte - Pesquisa e Desenvolvimento no Setor Elétrico CEPEL - Centro de Pesquisas de Energia Elétrica Grupo ELETROBRÁS -, Diretor de Pesquisa e Desenvolvimento.

Frequency Forum White Paper, AIM Frequency Forums AIM FF 2000:001 - <http://www.aimglobal.org> , Ver 1.0 July 2000

Bradley J. Bazuin, “RFID technology center: Laboratory Facilities at WMU”, Department of Electrical and Computer Engineering, Western Michigan University, http://www.rfidtechnologycenter.wmu_rfidlab.pdf, Aug. 2005

D. Kim, M. A. Ingram, e W. W. Smith, “Measurements of small-scale fading and path loss for long range FR tags”, IEEE Transactions on Antenas and Propagation, vol. 51, no. 8, pp. 1740-1749, Nov. 2003

Daniel M. Dobkin, e Titus Wandinger, “The RF in RFID: A Radio-oriented Introduction to Radio Frequency Identification”, Enigmatics and, WJ Communications, www.wj.com/documents/Articles_PDF/RF_in_RFID_v0.1.pdf, 2005

David Adams, “ “Read This: How RFID will work in metal environments”, SVP Corporate Strategy & Technology, TrenStar Inc., <http://www.usingrfid.com>, Published by UsingRFID.com in. April 2005

G. de Vita, G. Iannaccone, “ Desig criteria for the RF section of UHF and microwave passive RFID transponder”, IEEE Transaction on Microwave Theory and Techniquies, vol. 53, no. 9, pp. 2978-2990, Sept. 2005

Jin Mitsugi, Yukiko Yumoto, Hisakazu Hada, e Jun Murai, “Activities and Collaborations in Wireless Technology for the Hamonized Deployment of UHF RFID System”, Auto-ID

Labs of Keio University, Japan – tokyo -
<http://www.keio.ac.jp/>, 2006

Kin Seong Leong, “Positioning Analysis of Multiple Antennas in a Dense RFID Reader Environment”, Auto-ID Lab The University of Adelaide, Austrália,
<http://www.adelaide.edu.au/library>, 2006

Pavel V. Nikitin e K. V. S. Rao, “Performance limitation of passive UHF RFID system”, Intermec Technologies Corporation,
<http://www.intermec.com>, 2006

Peter H. Cole, David M. Hall, “Problems and Solutions in Multiple TAG Reading”, The University of Adelaide – Austrália, and Integrated Silicon Design PTY. LTD – Austrália, 2005

U.S. Department of Defense, “Initial Regulatory Flexibility Analysis of Passive Radio Frequency Identification (RFID)” The Office of the Under Secretary of Defense for Acquisition Technology & Logistics,
<http://www.usa.gov/Agencies/Federal/Executive/Defense.shtml> , <http://www.defenselink.mil/>,
Version 1.2 March 2005