

XIV SEMINÁRIO DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

EQUIPAMENTO IDENTIFICADOR DE FASES PARA REDES DE BAIXA TENSÃO

JOÃO A. PEREIRA⁽¹⁾, IVAN J. CHUEIRI⁽¹⁾, CRISTIANE G. LANGNER⁽¹⁾ MAURÍCIO M.
VALENÇA⁽²⁾

(1) LACTEC – INSTITUTO DE TECNOLOGIA PARA O DESENVOLVIMENTO
(2) COPEL – COMPANHIA PARANAENSE DE ENERGIA

Palavras-chave: Identificação de fases, balanceamento, rede elétrica, distribuição.

Foz do Iguaçu, 19 a 23 de novembro de 2000

EQUIPAMENTO IDENTIFICADOR DE FASES PARA REDES DE BAIXA TENSÃO

João A. Pereira¹, Ivan J. Chueiri¹, Cristiane G. Langner¹,
Maurício M. Valença²

Caixa Postal 19067
81531-990 – Curitiba, PR
pereira@lactec.org.br

- (1) LACTEC – Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento
(2) COPEL – Companhia Paranaense de Energia

PALAVRAS CHAVES

Identificação de fases, balanceamento, rede elétrica, distribuição.

INTRODUÇÃO

Para que as concessionárias de energia atendam os requisitos de qualidade no fornecimento de energia elétrica estabelecidos pela ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica) são necessárias avaliações periódicas e precisas das condições da rede de distribuição. No cálculo da queda de tensão em circuitos de baixa tensão, a identificação das fases nas quais o consumidor está ligado é fundamental para determinar o valor correto de carregamento em cada fase. Através desta identificação, pode-se executar ações de balanceamento nas redes, melhorando a qualidade de energia entregue ao consumidor.

O trabalho de campo para a realização deste tipo avaliação normalmente requer uma equipe treinada que, com poucos recursos, muita paciência e alguns metros de cabos, consegue realizar tal tarefa com alguns inconvenientes para os consumidores. Além de que, para cobrirem uma grande área urbana, várias equipes devem ser requisitadas, encarecendo o trabalho.

Com o objetivo de otimizar esse tipo de avaliação e visando assegurar a eficácia das ações de melhoria nas redes elétricas, aumentando com isso a confiabilidade dos novos sistemas gerenciais em ambientes de geoprocessamento, o LACTEC – Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento, trabalhando em conjunto com a COPEL – Companhia Paranaense de Energia, através da SEDGEO – Superintendência de Distribuição e Geoprocessamento, desenvolveu o equipamento Identificador de Fases, que foi projetado para auxiliar técnicos e engenheiros na identificação de fases em sistemas de distribuição de energia elétrica em redes de baixa tensão. O equipamento permite o cálculo eficaz das reais condições destes circuitos, reduzindo os custos operativos e eliminando eventuais incômodos aos consumidores.

Neste contexto, descreve-se os métodos de medição de fases normalmente utilizados pelas concessionárias de energia, ressaltando seus detalhes operacionais, e na seqüência apresenta-se o equipamento Identificador de Fases, o qual vem sendo utilizado com excelentes resultados práticos por diversas empresas de energia.

1 – MEDIÇÃO DE FASES

Normalmente as equipes de campo improvisam métodos de identificação de fases com recursos disponíveis. Um dos métodos normalmente utilizados é o de se desligar, na rede próximo ao transformador, uma fase de cada vez e verificar no quadro do consumidor qual delas foi desenergizada na seqüência.

Durante o processo ao constatar-se que a fase no quadro de medição foi desligada, o operador que a está monitorando neste local, deverá informar aquele que está atuando nas chaves para confirmar em qual fase o consumidor está conectado. O processo descrito deve ser repetido em cada ponto de verificação, o que o torna bastante demorado. Além disso, desliga, mesmo que por um curto intervalo de

tempo, o consumidor causando a este um certo incômodo. Neste caso, vale ainda mencionar, que normalmente uma equipe de pelo menos duas pessoas deve ser alocada para execução da tarefa.

Uma outra forma de realizar a medição de fases, sem que haja a necessidade de desligamento do consumidor, é o método do qual se faz uso de um cabo, com extensão do ponto da rede, onde se conhece as três fases (por exemplo, próximo ao transformador) até o ponto de medição, com uma lâmpada acoplada. Este método de identificação de fases é realizado conectando-se, através do cabo, um dos terminais da lâmpada a uma das fases conhecidas e o outro terminal da mesma no ponto de medição. Se a lâmpada não acender é indicação de que não há queda de tensão em seus terminais, ou seja, a fase do ponto de teste é a mesma fase tomada próximo ao transformador. Neste caso, o consumidor não sofre com a falta de energia, porém, o método também requer mais de um operador e o alcance é limitado pelo comprimento do cabo. Outro fato a ser mencionado é que em muitos casos não é possível realizar a identificação das fases, como por exemplo em prédios, além do risco que se tem de cometer um curto circuito na rede.

Existia no mercado um equipamento que se propunha a realizar a tarefa de identificar fases. No entanto, o mesmo apresentava certos problemas quanto a sua robustez para trabalhos de campo descalibrando-se com certa facilidade e necessitando manutenção periódica. Não obstante, o equipamento também apresentava problemas de interferência devido a certos tipos de carga da rede elétrica. Além do mais, o fabricante deixou de produzi-lo devido ao alto custo de produção e pouca demanda frente às concessionárias de energia.

2 – PROPOSTA DE SOLUÇÃO

Com a necessidade de um equipamento robusto e de fácil operação, idealizou-se um equipamento para identificação de fases em rede de baixa tensão que pudesse ser operado por uma única pessoa e sem qualquer tipo de ajustes ou calibração periódica. O mesmo deveria apresentar fácil interface com o usuário e ter um alcance suficiente para cobrir uma grande área urbana, causando o mínimo desconforto ao consumidor. Devia ser de fácil instalação na rede e de operação segura.

Em virtude do princípio de operação do equipamento envolver leitura das fases em um ponto conhecido da rede e posterior envio desta informação ao ponto de medição, tomou-se da necessidade de haver um módulo, ao qual chamamos módulo transmissor, ou simplesmente módulo TX, que faz a leitura e associação das fases no ponto conhecido e envia estas informações para um módulo receptor, ou módulo RX, onde é feita a identificação de fases.

Deste fato, houve a necessidade de implementar um meio eficaz de comunicação entre os módulos TX e RX, utilizando para isto dois artifícios distintos, os quais foram traduzidos em duas versões para o mesmo equipamento, que descreveremos nos itens seguintes. Ambas eficazes, porém com particularidades que definem suas vantagens e desvantagens dependendo da situação que se tem em campo.

Uma das formas de comunicação foi a utilização da própria rede de energia para a transmissão dos dados, já que ambos os módulos estão nela conectados. A comunicação pela linha de energia, possui o alcance entre os módulos limitado pela carga da linha em questão, necessitando, em alguns casos, que se mude o módulo TX de posição trazendo-o para um ponto da rede mais próximo do ponto de medição.

Outra forma de comunicação utilizada foi o uso de um sistema transmissão e recepção de sinal de rádio frequência, passando assim a atingir uma região maior de atuação e independente das cargas associadas a rede elétrica.

Também pensou-se no trabalho de campo quanto ao manuseio destes equipamentos, desenvolvendo-se módulos leves, sem ajustes e de fácil transporte e acoplamento na rede elétrica.

Para isso foi desenvolvido um conjunto de acessórios que inclui: um extensor para vara-de-manobra, que permite rápida e segura instalação do módulo TX na rede sem a necessidade de uso de escadas; e estojo para transporte em couro para proteger o equipamento. Esse acessório extensor facilitou em muito o trabalho quando da necessidade de se mudar a posição do módulo TX ao longo da rede de distribuição.

3 – EQUIPAMENTO IDENTIFICADOR DE FASES

3.1 – PRINCÍPIO DE OPERAÇÃO

Como mencionado, o equipamento Identificador de Fases tem como base de operação a transmissão e a recepção de dados, sendo a linha de energia de baixa tensão ou um sinal de rádio frequência o meio de comunicação entre módulos transmissor e receptor que o compõe. Assim, o equipamento é fisicamente constituído por um Módulo Transmissor, um Módulo Receptor e o Meio de Comunicação.

O módulo TX, cuja arquitetura básica está representada na Figura 1, é a unidade fixa que deve ser instalada junto ao transformador, onde se tem acesso a todas as linhas de fases e neutro da rede (Figura 6). Situação esta necessária para que o mesmo opere adequadamente.

Assim, com os seus quatro terminais instalados nas três fases e neutro da rede, o módulo TX pode determinar, para o sistema elétrico em averiguação, uma fase que será utilizada como referência na identificação das demais, tomando o fator ângulo de fase de cada linha como característica para distingui-las. Desta forma os sinais provenientes de cada fase são digitalizados, em conversores analógicos/digitais (A/D), servindo como bases de comparação para um circuito integrado digital dedicado, em tecnologia EPLD (*Erasable Programmable Logic Devices*), onde estes dados são processados e onde é criado posteriormente um sinal digital com as informações de fase de referência e ângulos de fase de cada linha da rede com relação àquela tomada como referência. Esse dado, posteriormente enviado ao módulo RX, será interpretado permitindo sua comparação com o dado resultado da leitura de fase local no ponto de medição e, conseqüentemente, dando ao operador a identificação da fase em teste.

A arquitetura do módulo RX, representada na Figura 2, ilustra, em primeira instância, que o sinal de tensão proveniente da linha em teste passa por circuitos específicos que distinguem os sinais presentes. Esse sinais são: o sinal de tensão de 60Hz, próprio da linha em teste, distinto por meio de um filtro passa baixas (FPB); e o sinal com as informações enviado pelo módulo TX, distinto por sua vez por um filtro passa altas, quando se tem transmissão de dados pela linha de energia, ou por um circuito receptor de rádio sintonizado, no caso da segunda versão.

Com esses dois sinais devidamente digitalizados, pelos conversores analógico/digital (A/D), e demultiplexados, o módulo RX pode determinar o ângulo de fase da linha em teste, informando ao operador, por meio de um painel de indicadores luminosos, em qual das fases a ponteira de teste do módulo RX está conectada.

Resumidamente, a identificação de fases é obtida comparando-se as indicações de ângulo de fases tomadas no módulo TX com o sinal local de fase digitalizado tomado pelo próprio módulo RX, ambos tomando a mesma fase como referência.

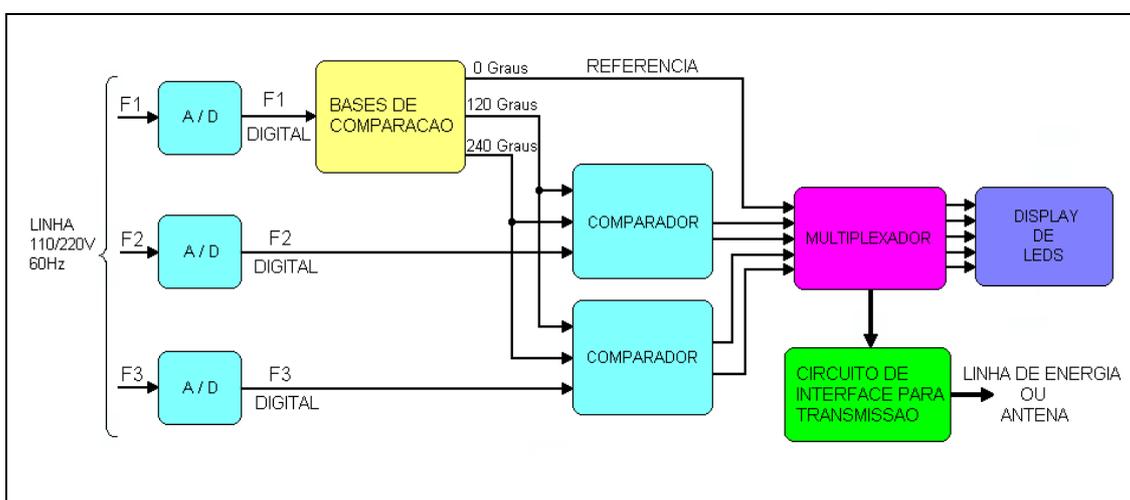


Figura 1 – Arquitetura do Módulo Transmissor (TX).

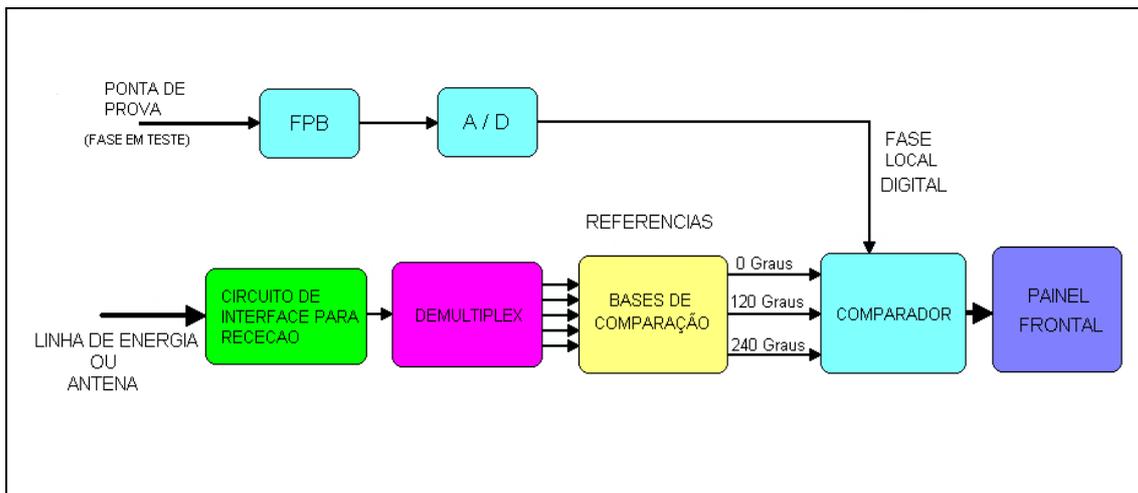


Figura 2 – Arquitetura do Módulo Receptor (RX).

3.2 – ASPECTOS CONSTRUTIVOS

As Figuras 3 e 4 ilustram o equipamento Identificador de Fases em suas duas versões, as quais construídas de forma a apresentar robustez para trabalhos de campo. Em ambas, o circuito eletrônico do módulo TX fica abrigado em uma caixa plástica resistente (4), proporcionando, não só de isolamento elétrica mas também vedação contra umidade, com acesso à placa de circuito impresso feito por meio um único conector do tipo “prensa-cabos” (3), por onde passa um cabo “multiveias” de quatro vias que permite o acesso às três fases e neutro da rede elétrica (2). Um conector “multiveias” (6) foi utilizado de forma a permitir outra forma de acesso à rede que não seja por meio das garras tipo “jacaré” (1) como sugerido (veja item 3.3).

Quanto aos aspectos de operação, o módulo TX foi projetado de forma a não apresentar qualquer tipo de ajustes, bastando conectá-lo à rede elétrica. Seu painel frontal (5) apresenta-se de forma que o operador tenha uma leitura clara e direta da associação de cores a cada fase específica.

O módulo RX entretanto, foi montado em uma pequena caixa plástica (3) que facilita seu transporte e, como no módulo TX, não apresenta qualquer tipo de ajustes, bastando conectá-lo à rede em teste. Um terminal com garra “jacaré” (2) serve para acessar o neutro da rede e uma ponteira isolada (1) para acessar a fase que deve ser analisada no ponto de medição.

A disposição de seu painel frontal (4) é semelhante à do módulo transmissor que, com LEDs de alto brilho, permite uma leitura direta na identificação da fase.

Na versão com transmissão de dados via rádio (Figura 4), o módulo TX sequer apresenta painel luminoso, já que os dados, com as associações de ângulos fase para cada cabo da rede, são transmitidos para o módulo RX. Um conector coaxial (8) para antena (7) foi colocado na parte inferior do módulo TX permitindo uma irradiação uniforme do sinal de rádio, uma vez que o mesmo esteja devidamente instalado na rede elétrica no alto do poste próximo ao transformador.

O módulo RX, por sua vez, apresenta um painel com dois *displays* de sete segmentos de alto brilho (4) que indicam ao operador a leitura de fase em função do sinal de rádio recebido através da antena (7) disposta na lateral do.

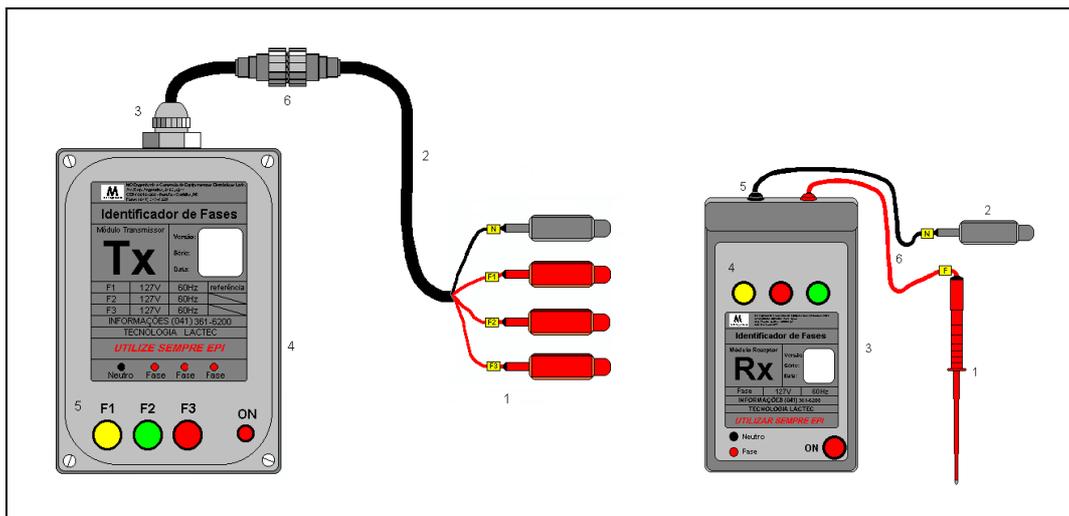


Figura 3 – Módulos TX e RX para Transmissão de Dados Via Rede Elétrica.

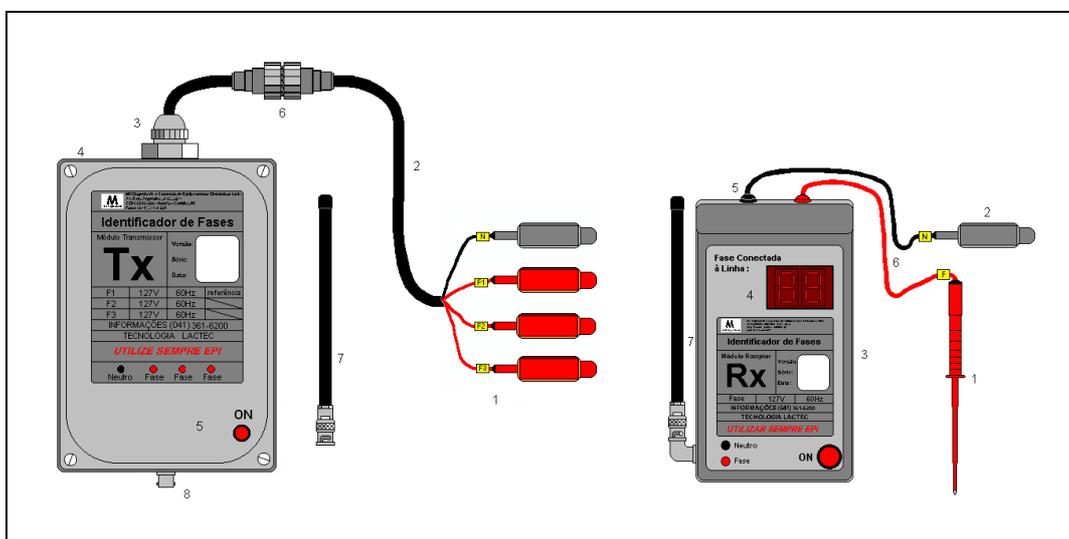


Figura 4 – Módulos TX e RX para Transmissão de Dados Via Módulos de Rádio Frequência.

3.3 – ACESSÓRIO PARA VARA-DE-MANOBRA

Com a prerrogativa de otimizar os trabalhos de campo, eliminando o uso de escadas para se ter acesso às linhas da rede elétrica, desenvolveu-se um acessório que, acoplado à vara-de-manobra, permite ao operador instalar o módulo TX na rede elétrica em um único passo.

Este acessório, como ilustra a Figura 5, é constituído por uma base de apoio em acrílico para o módulo TX (1), o qual é afixado nesta por uma cinta com velcro (2) e quatro pinos metálicos. Quatro pinças condutoras (3) para acesso a cada uma das fases e neutro da rede elétrica são dispostas em uma haste do mesmo material da vara-de-manobra (4). O espaçamento entre as pinças foi tomado como o padrão COPEL para espaçamento entre cabos da rede de distribuição trifásica de baixa tensão. O mesmo pode vir a ser confeccionado de acordo com outros padrões que possivelmente venham a ocorrer. Um cabo “multiveias”(5) com um conector de quatro vias (6), compatível com o que se tem no módulo TX, permite que o módulo TX seja facilmente conectado ao acessório.

Na parte inferior do acessório, está disposto um cabeçote padrão (7) de modo que o mesmo possa ser instalado em varas-de-manobra já padronizadas com ou sem engate automático.

Esse acessório vem agilizando em muito os trabalhos de campo, facilitando a instalação do equipamento na rede elétrica, reduzindo o tempo gasto na operação de campo e também protegendo o operador de eventuais contatos diretos com a rede energizada. Risco, esse, bem maior quando se faz a instalação do módulo TX utilizando a escada, o que obriga o operador a tomar cuidados redobrados para não tocar acidentalmente na rede elétrica.

De qualquer forma, recomenda-se sempre a utilização de equipamentos de proteção individual (EPIs) ao manusear equipamentos próximos a rede elétrica.

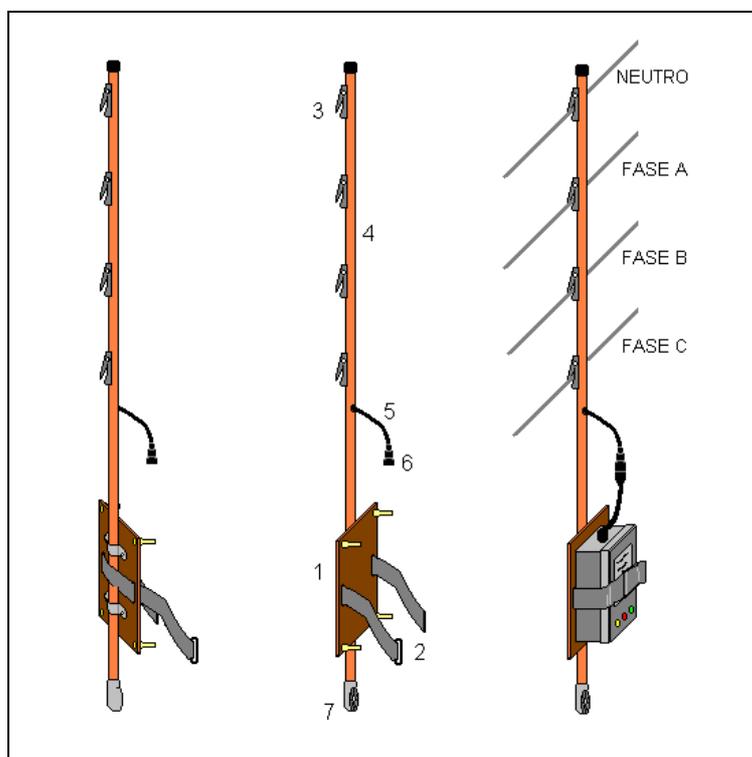


Figura 5 – Acessório para Vara-de-Manobra.

3.4 – PROCEDIMENTOS DE OPERAÇÃO

3.4.1 – OPERAÇÃO EM REDES TRIFÁSICAS

O módulo TX possui quatro cabos com conectores que devem ser ligados à rede nesta ordem: um ao neutro (N) (ponta de prova de cor PRETA) e três às três fases de baixa tensão (cabos F1, F2 e F3, assim identificados, que são as pontas de prova de cor VERMELHA).

Na seqüência, o módulo TX digitaliza os sinais lidos e em seguida toma uma das fases da rede como referência, a do terminal F1, e a compara com os ângulos de fase das duas outras fases em um circuito integrado dedicado. Em seguida, associa um código digital binário específico para cada combinação dos ângulos de fase. Ao mesmo tempo, é gerado um sinal digital referente à fase de referência que, multiplexado ao código binário gerado anteriormente, está pronto para ser transmitido para módulo RX. Na seqüência, o sinal com as informações é então acoplado à rede elétrica, podendo atingir uma distância média de 200 metros, ou é transmitido via rádio, podendo chegar a mais de 500 metros. Alcance este, onde o módulo RX pode operar. Este, por sua vez, possui dois cabos: um de neutro (N) com garra “jacaré” de cor PRETA e outro que é a ponta de prova propriamente dita (F), de cor VERMELHA, que deve ser conectada à fase em teste.

Os sinais recebidos são então tratados em circuitos específicos que permitem distinguir os sinais do módulo TX e o de fase local. Um circuito integrado dedicado processa essas informações permitindo

que, por intermédio de um painel de LEDs, que seja feita a associação de cores dessa leitura com a leitura do módulo TX, identificando por consequência a fase em teste.

Portanto, se no módulo TX obteve-se uma associação de cores para cada fase, como por exemplo, AMARELO para a Fase A da rede (conectada ao terminal F1); VERDE para a Fase B (conectada ao terminal F2) e VERMELHO para a fase C, e na seqüência, no módulo RX obteve-se a leitura da cor VERDE em seu painel, pode-se assim concluir que a ponteira do módulo RX está tomando como leitura o sinal proveniente da mesma linha que a ponteira F2 do módulo TX, ou seja, a da fase B.

A Tabela 1 e a Figura 6 ilustram o procedimento descrito. Vale como observação, que a cada cor está associado um ângulo de fase de acordo com a Tabela 2. Assim, outras leituras poderiam ser obtidas em função dos ângulos de fase de cada linha com relação àquela tomada como referência.

Tabela 1 – Exemplo de Resultado de Teste para Identificação de Fases.

TERMINAIS DO TX	FASES DA REDE	LEITURA DO TX	LEITURA DO RX
F1	Fase A	AMARELO	
F2	Fase B	VERDE	VERDE
F3	Fase C	VERMELHO	

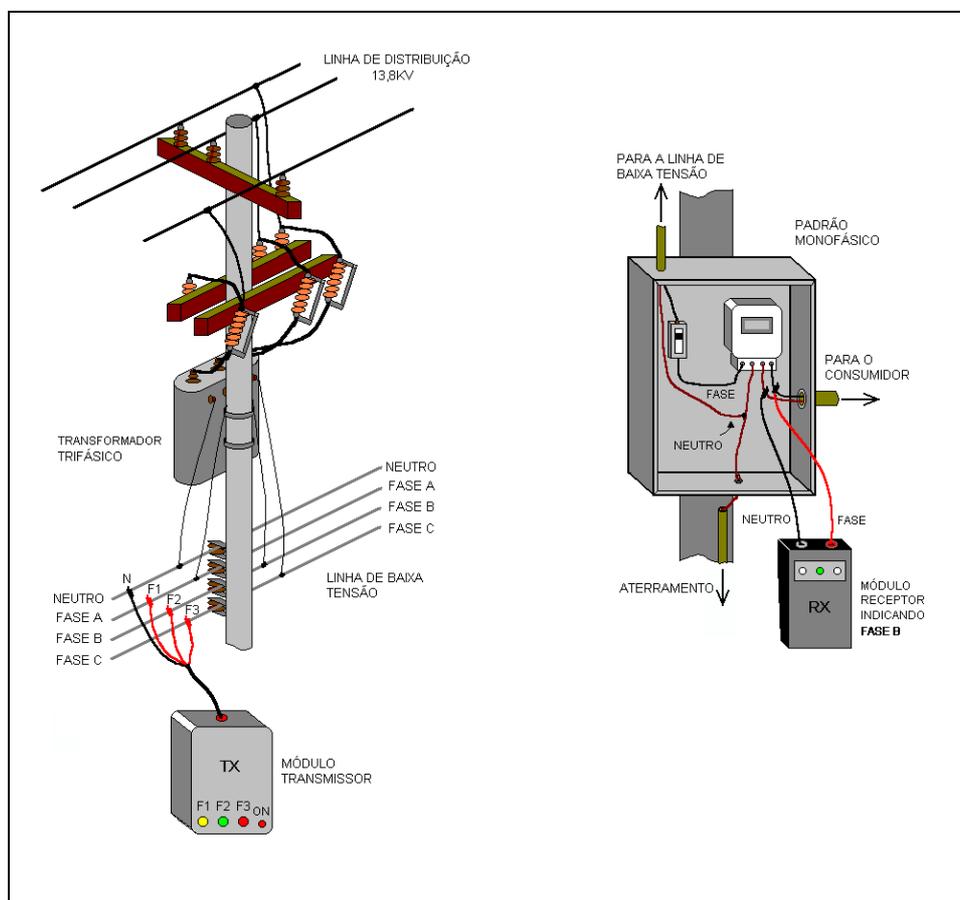


Figura 6 – Exemplo de Aplicação.

Tabela 1 – Associação de Cores para os Ângulos de Fases.

COR	ÂNGULO DE FASE
AMARELO	0 Graus
VERDE	120 Graus
VERMELHO	240 Graus

A versão do equipamento Identificador de Fases, com transmissão de dados entre os módulos por sinal de rádio, permitiu, não somente que o sinal de referência tomado pelo módulo TX fosse transmitido para o módulo RX, mas também todas as informações de ângulos de fase da rede elétrica. Isso possibilitou que a comparação entre as leituras de ambos os módulos, realizada anteriormente pelo operador através de associação de cores, pudesse ser realizada digitalmente pelo circuito integrado do módulo RX, que passou a fornecer em seu painel a informação direta de qual é o terminal do módulo TX que a ponteira de teste do módulo RX está em conexão através da rede. Assim, do exemplo citado, teríamos então a leitura F2 diretamente no painel do módulo RX, concluindo que a fase B é a que está em teste.

Não há neste caso necessidade de painel de LEDs colorido nos módulos TX e RX, mas somente um par de *displays* de sete segmentos no painel do módulo RX (veja a Figura 4) que permite as leituras F1, F2 ou F3 diretamente.

3.4.2 – OPERAÇÃO EM REDES BIFÁSICAS

Existem alguns casos de instalações de redes de distribuição em que se tem somente duas linhas com ângulo de fase de 180 graus entre elas, referidas simplificada e neste trabalho como redes bifásicas, nas quais o equipamento Identificador de Fases também pode ser aplicado sem qualquer tipo de reprogramação ou ajuste por parte do operador.

A versatilidade da tecnologia digital, empregada na elaboração do equipamento, permitiu que criássemos um circuito digital que, em função das leituras de fases o mesmo pudesse distinguir entre os casos de redes trifásicas (120 Graus) e bifásicas (180 Graus) e realizar a medição de fases sem quaisquer inconvenientes para o operador. Bastando apenas que o mesmo deixe sem conexão o cabo do módulo TX designado por F3. Os procedimentos de operação e identificação de fases para este caso são idênticos àqueles ilustrados para o caso trifásico, só não haverá indicação no LED referente ao cabo F3 do módulo TX quando se utiliza a versão ilustrada na Figura 3. Na versão com rádio transmissão esse fato é totalmente transparente para o operador.

4 – CONJUNTO PARA TRABALHO DE CAMPO

A Foto 1 ilustra o conjunto de Identificador de Fases com acessórios para trabalhos de campo em um kit padrão que inclui: ponteira para o módulo RX, garras para acesso à rede elétrica e um cabo “multiveias” para o módulo TX. Um kit completo, que inclui acessório extensor para vara-de-manobra, estojo para transporte com acessórios extras e capa protetora em couro para o módulo RX, também está disponível e ilustrado na Foto 2.



Foto 1 – Equipamento Identificador de Fases.



Foto 2 – Acessórios para o Identificador de Fases.

5 – ANÁLISE DE VIABILIDADES

Analisando o desempenho do novo equipamento Identificador de Fases, verificou-se as seguintes características:

1. O equipamento apresenta uma boa relação entre peso e tamanho;
2. As conexões à rede e ao consumidor são fáceis e seguras;
3. Maior robustez. O equipamento apresenta boa resistência ao impacto;
4. Raio de ação seguro com média de 200 metros;
5. Permite a operação de mais de um módulo RX para o mesmo módulo TX, o que aumenta a produtividade da tarefa;
6. Requer um único operador para realizar tarefas de identificação de fases;
7. Redução de custos operacionais na tarefa.

CONCLUSÃO

Devido às necessidades de se fornecer as informações necessárias para cálculos de queda de tensão relacionadas ao desbalanceamento de cargas na rede e efetivar, de forma eficaz, ações de balanceamento, faseamento de prédios e instalações industriais, decidiu-se pelo desenvolvimento de um equipamento de precisão, destinado otimizar e agilizar tais tarefas. Para isso, tomou-se por base a experiência prática de concessionárias de energia e suas necessidades em campo.

O equipamento, assim desenvolvido e aqui proposto, permite realizar tais tarefas de forma prática e segura, com baixo custo e manutenção praticamente inexistente.

O Identificador de Fases tem sido utilizado por diversas concessionárias de energia, todas elas obtendo resultados satisfatórios e muitas vezes justificados por indicações a outras empresas de energia com as mesmas necessidades.

Devido ao fato do equipamento ter sido projetado com tecnologia digital, em dispositivo do tipo *EPLD*, sua adaptação para outros sistemas, como foi para o caso bifásico de 180° de defasagem entre as fases, é de simples e rápida atualização, sem que haja a necessidade de alteração do *hardware* já desenvolvido.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos colegas José C. do Nascimento, Mário Klinkoski, R. Naliwaiko, Adilson M. da Luz, Márcio Rodrigues, Fernando Uada e Marcelo Charan do LACTEC/ALEN/UTMI, a Flávio E. Mog da empresa MO Engenharia, fabricante do equipamento, ao Sr. Ary Gioria da empresa FESP, que fornece os acessórios do equipamento e ao Sr. Cavalcante da empresa Bandeirante de Energia S.A. e, principalmente, aos funcionários de campo da COPEL/DIS/SED/SEDGEO por todo o apoio técnico e cooperação nas diversas fases de desenvolvimento do equipamento Identificador de Fases, sem os quais sua realização e este trabalho não teriam sido possíveis.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Norma Técnica COPEL, “*Montagem de Redes de Distribuição Urbana*”, NTC 849, Rev. Set. 1992.
- [2] Norma Técnica COPEL, “*Materiais de Distribuição Padrão*”, NTC 81, Rev. Set. 1992.
- [3] Agência Nacional de Telecomunicações ANATEL, “*Regulamentação sobre Equipamentos de Radiocomunicação de Radiação Restrita*”, 1999;
- [4] National Semiconductor, “*Application Notes 146*”, Jun. 1975;
- [5] ALTERA, “*Data Books*” e “*Max+Plus II Getting Started*”;
- [6] Revista Saber Eletrônica, Num. 233/92;
- [7] INTELLON, Technical Data Sheet, “*SSC P200 and P300 PL Transceiver IC*”, Rev. 5, July 1998;
- [8] INTELLON, Application Note #0071, “*Surge Protection Techniques for Power Line Communications*”, Ver. 2, Jan. 1999;
- [9] INTELLON, Hardware Design Reference, “*SSC P200 and P300*”, Ver. 3.1, Jan. 1998;
- [10] INTELLON, Power Line Communications Systems, “*User’s Manual for the P200/P300 Evaluation Boards*”, 1999;
- [11] Jaap Haartsen, “*Bluetooth-The Universal Radio Interface for Ad Hoc, Wireless Connectivity*”, Ericsson, Rev. No. 3, 1998;
- [12] Amitava Dutta-Roy, “*Networks for Homes*”, IEEE Spectrum, Dec. 1999;
- [13] INATEL, “*Revista do Instituto Nacional de Telecomunicações*”, Vol. 02, Núm. 2, Mar. 1999;
- [14] RENTRON (www.rentron.com), “*How To Build a 300MHz AM, RF Remote Control System*”, Mai 2000;
- [15] MOTOROLA Semiconductor Technical Data, “*UHF FM/AM Transmitter MC13175 and MC13176*”, Ver. 1.1, 1998;
- [16] DIPINTERNATIONAL Data Sheet, “*New UHF Radio Transmitter Module*”, Mai 2000;
- [17] DIPINTERNATIONAL Data Sheet, “*New UHF Radio Receiver*”, Mai 2000;
- [18] RADIOMETRIX Ltd., TX1 & RX1 Data Sheet, “*VHF Narrow Band FM Data Transmitter and Receiver Modules*”, Issue 1, 10 Feb. 2000;
- [19] POWER Integrations, Inc., Data Sheet, “*TNY253/254/255 TinySwitch Family*”, Sep. 1998;
- [20] WENSHING Data Sheet, “*RWS-371 Receiver and TWS-D315 Transmitter*”, 1999.