

1. INTRODUÇÃO

O conhecimento do movimento e teor de água no solo é de fundamental importância para a solução de problemas envolvendo o manejo e conservação do solo e água e tem levado os pesquisadores a buscarem instrumentos cada vez mais sofisticados, como por exemplo, os baseados na técnica da reflectometria no domínio do tempo (TDR, Topp & Davis, 1984). Esse instrumento tem como vantagens o acoplamento a sistemas automáticos de aquisição de dados e o fato de não ser radioativo, o que o torna ainda mais atraente se comparado, por exemplo, a técnicas como atenuação de nêutrons e tensiometria. Outra possibilidade é a multiplexação de sinais, permitindo que vários sensores atuem em várias posições e profundidades do solo com um único sistema de aquisição de dados (data-logger, DL) fazendo o gerenciamento tanto dos multiplexadores quanto do TDR (Herkelrath et al., 1991). A utilização desse equipamento e periféricos em toda a sua potencialidade coloca questões antes impensadas na utilização de tensiômetros e sondas de nêutrons, como a proteção quanto a surtos de tensão na rede, blindagem eletromagnética dos cabos de comunicação e o aterramento do sistema.

A proteção de equipamentos e seus periféricos, sejam eles os cabos de comunicação/alimentação, os multiplexadores e os sensores a eles acoplados, há que se dar nos seguintes itens (Freeland & Henry, 1991; Moreno & Costa, sd; Capelli, 2000): a) Proteção primária: envolve a alimentação do equipamento/periférico pela rede de energia elétrica; b) Proteção secundária: refina a proteção primária na etapa de alimentação; c) Proteção contra descargas atmosféricas: protege principalmente o operador; d) Proteção contra campos eletromagnéticos gerados por descargas nuvem-nuvem, nuvem-terra e redes de alta tensão.

Os procedimentos para obter-se um monitoramento contínuo do teor de água no solo, em várias profundidades com equipamento operando em ambiente agreste, mas seguro, tanto para o operador quanto para o equipamento e dados por ele proporcionados, são o tema desse trabalho.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O instrumental para monitoramento automático do teor de água no solo foi instalado em área próxima ao Posto Agrometeorológico pertencente ao Departamento de Ciências Exatas da ESALQ/USP, em Piracicaba, São Paulo, Brasil. Consta de um Testador de Cabos marca Tektronix, modelo 1502B, que opera pelo princípio da reflectometria no domínio do tempo e um sistema de aquisição de dados marca Campbell Scientific (CS), modelo CR10X, que controla e analisa as formas de onda produzidas pelo testador de cabos. Fazendo a conexão entre os sensores marca CS, modelo CS605, e o TDR há dois multiplexadores marca CS, modelo SDMX50, de 8 canais cada. De forma esquemática, os instrumentos utilizados, sensores e distâncias entres eles em campo aberto, são mostrados na Figura 1.

Para o sistema de proteção foram utilizadas 8 hastes "cooperweld", conectores de cobre e bimetálicos, cordoalha de cobre de 8 mm de diâmetro, 8 tubos galvanizados de irrigação (fora do padrão atual) com engate rápido de 3" de diâmetro e 6 m de comprimento, 8 canos de ferro de 1" de diâmetro e 6 m de comprimento (do tipo utilizado antigamente em instalações hidráulicas), caixas de inspeção das conexões cordoalha-haste de PVC (10 mm de diâmetro) e "caps". A proteção eletro-eletrônica constou de um disjuntor de 15 A para a separação do circuito de alimentação, protetor de surtos "Clamper" (para-raio eletrônico), modelo VCL 175V, 40 KA/SR/127 V e "no-break" marca SMS, modelo Manager II, μ SM 600 S, 600 VA de saída, e posteriormente um outro "no-break" marca APC, modelo Smart-UPS 1000, e medidor de resistência de terra (Digital Earth Tester) marca Kyoritsu, modelo 410S.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A fase inicial de proteção constou da instalação do abrigo do TDR/DL em outro abrigo pré-existente utilizado como caixa de passagem, que possui quadro de distribuição e dispositivos eletromagnéticos de proteção e acionamento de moto-bombas. Instalaram-se duas tomadas com fase separada para alimentação do TDR e da bateria do DL, com um disjuntor particular. Todas as tomadas possuíam o 3º fio, conectado a uma haste "cooperweld". O cabo coaxial RG 58 e os cabos de comunicação serial foram inseridos em tubos galvanizados, perfazendo uma distância de 50 m. Os cabos de energia 127 VAC e 12 VDC foram inseridos em canos de ferro paralelamente ao de comunicação. Os dois tipos de tubulação foram conectados via cordoalha de cobre e terminais bi-metálicos, fixados a hastes enterradas a cada 6 m. Todo o sistema foi conectado aos terras dos multiplexadores, TDR, DL e tomadas de força, formando um único sistema equipotencial. A avaliação do ruído de modo comum (Moreno & Costa, sd) e da resistência de terra (Capelli, 2000) foi realizada utilizando-se o medidor 410 S da Kyoritsu, que indicou 0 V de diferença de potencial entre o "terra da fonte de energia" e o "terra ao qual o equipamento se refere". A resistência de aterramento indicou 4,8 Ω , o que está de acordo com a ABNT (1997), que indica 10 Ω como valor máximo para a resistência de terra e Capelli (2000) que aconselha 5 Ω como o máximo ideal.

A qualidade do terra obtido permitiu a instalação do supressor de transientes "Clamper", melhorando o sistema primário de proteção e a utilização do "no-break", μ SM 600 S, para atuar como proteção secundária. Por falha na leitura do manual do "no-break", não foi percebido que o mesmo não pode ser utilizado para alimentar equipamentos com fontes lineares e/ou compactas (eliminadores de pilha) e que a forma de onda produzida é "quase senoidal". A utilização inadequada provavelmente foi a causa da queima da etapa de estabilização do alimentador da bateria do DL e da placa de aquisição de dados do TDR e da inutilização do "Clamper" de proteção. Após investigação da possível causa, a substituição do "Clamper", conserto do alimentador da bateria e instalação do novo "no-break" Smart-UPS 1000, o sistema passou a operar sem novos travamentos do DL e queima dos instrumentos. Nessas condições, o equipamento operou em todo o período chuvoso e mesmo

¹ Departamento de Solos e Nutrição de Plantas, ESALQ/USP. Av. Pádua Dias, 11. Caixa Postal 9. 13418-900 Piracicaba, SP. Brasil. E-mail: cfeixei@carpa.ciagri.usp.br

² Departamento de Ciências Exatas, ESALQ/USP. Av. Pádua Dias, 11. Caixa Postal 9. 13418-900 Piracicaba, SP. Brasil. E-mail: somoraes@carpa.ciagri.usp.br

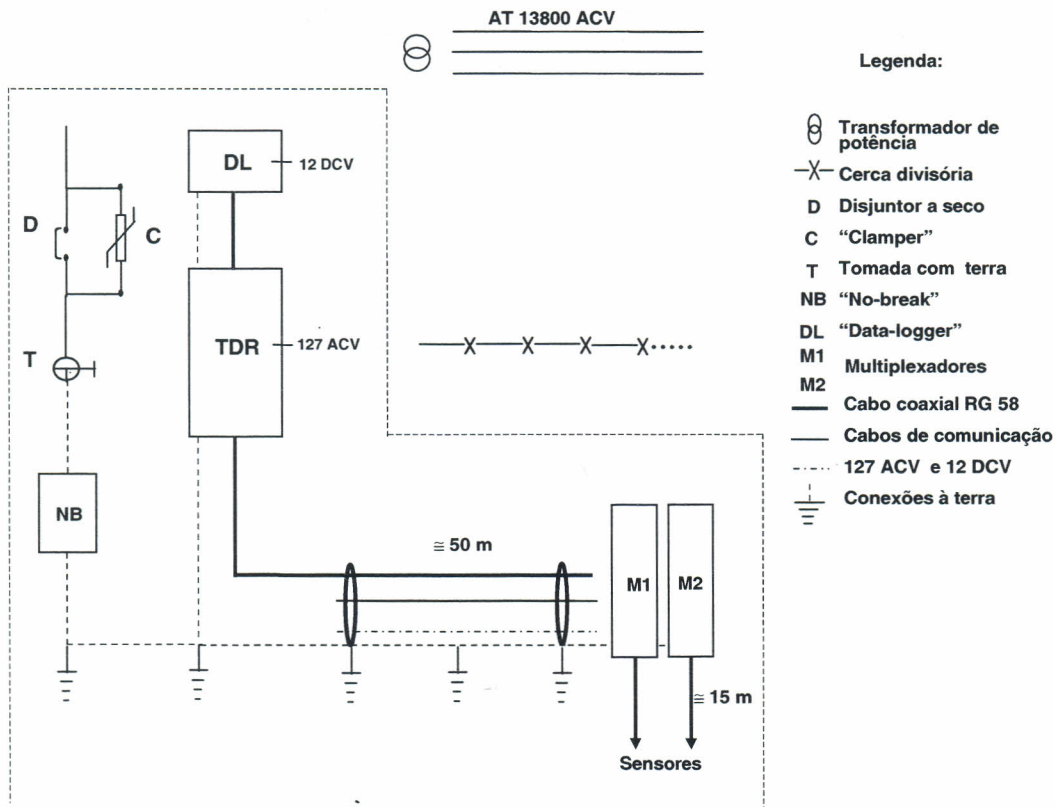


Figura 1 - Diagrama esquemático representando os equipamentos para monitoramento do teor de água no solo e respectiva proteção eletromagnética instalados no campo

em local elevado, com cerca de arame farpado, junto aos cabos e alta tensão sobre todas as instalações, nenhum problema de queima de componentes ou interrupção prolongada na aquisição de dados foi verificada.

4. CONCLUSÃO

Face aos resultados obtidos para a resistência de terra, ruído de modo comum e problemas de comunicação devido a interferências eletromagnéticas, pode-se concluir que o sistema proposto, ao utilizar material geralmente pré-existente em locais de pesquisa agropecuária, apresentou uma proteção eficaz.

5. REFERÊNCIAS

CAPELLI, A. Aterramento Elétrico. **Saber Eletrônica**, n.329. Junho 2000.

- FREELAND, R.S.; HENRY, Z.A. Protection of instrumentation systems from lightning. *American Society of Agricultural Engineers*. 17/1-17/5. 1991.
- HERKELRATH, W.N.; HAMBURG, S.P.; MURPHY, F. Automatic, real-time monitoring of soil moisture in a remote field area with time domain reflectometry. **Water Resources Research**, 27: 857-864. 1991.
- MORENO, H.; COSTA, P.F. **Aterramento Elétrico**. Procobre. Instituto Brasileiro do Cobre. 39p. s/d.
- NBR 5410/1997. **Instalações elétricas de baixa tensão**. Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1997.
- TOPP, G.C.; DAVIS, J.L. Measurement of soil water content using time-domain reflectometry (TDR): a field evaluation. **Soil Science Society America Journal**, 49: 19-24. 1985.