

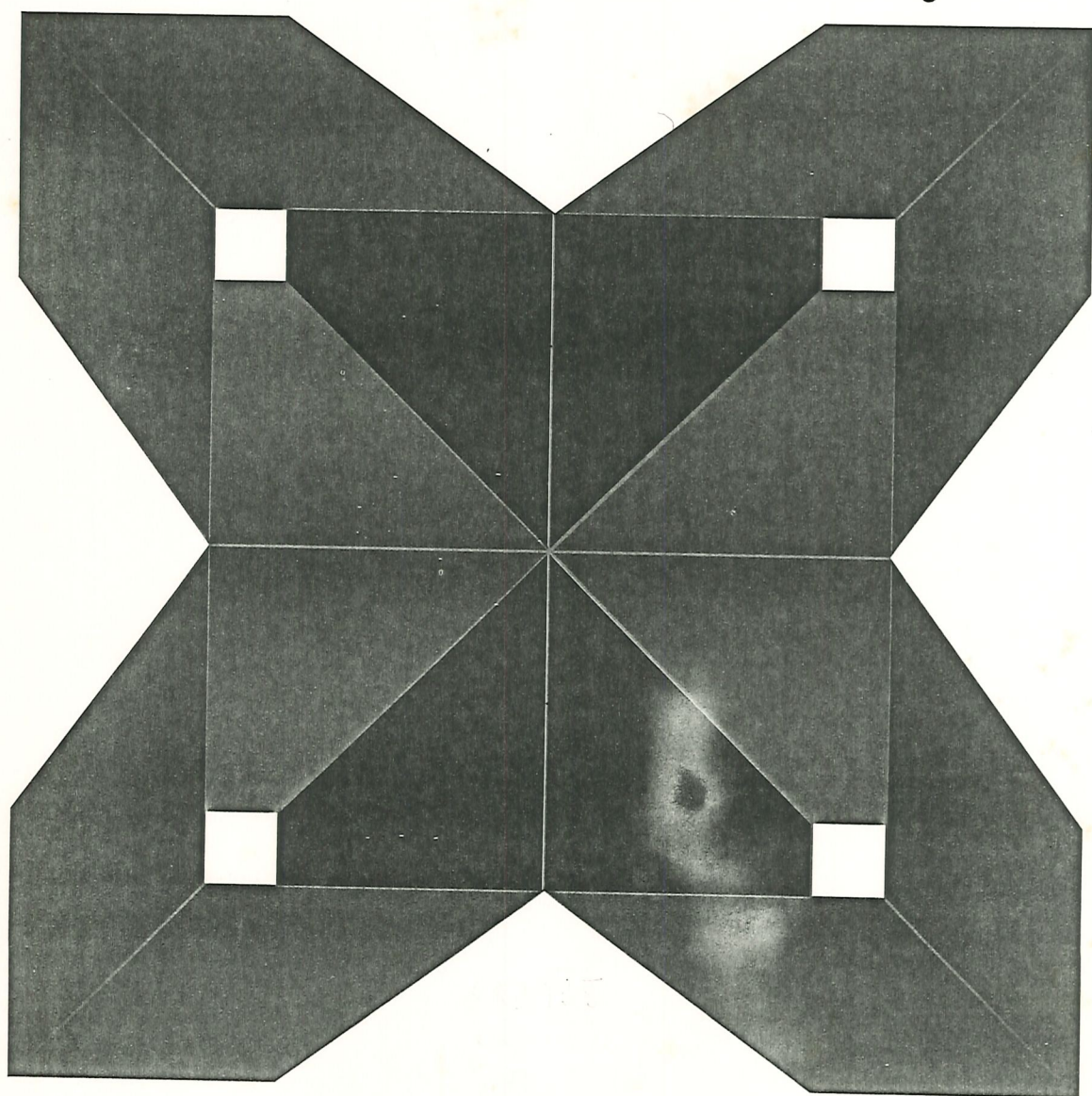
Anais do XVIII Encontro Nacional de Física da Matéria Condensada

SEL
Nullos
140695

Caxambú, 06 a 10 de junho de 1995

INSTRUMENTAÇÃO

RESUMOS ESTENDIDOS
GRUPO DE INSTRUMENTAÇÃO



SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA

Rede local de instrumentos: Aplicação de rádio digital à agropecuária

c822n
Nelson Corona Junior¹
José Carlos Sartori² 197863
Ricardo Y. Inamasu³

Resumo estendido: A instrumentação agropecuária utilizada em campo (e.g. automação da irrigação) é atualmente, em grande parte, adaptação de equipamentos projetados para ambientes industriais. Devido às diferenças de características, nem sempre resultam em uma boa adaptação. Entre os elementos da telemetria, um dos mais críticos é o meio de comunicação. Os cabos e conectores utilizados, como meio de comunicação, podem inviabilizar um projeto de instrumentação, devido ao custo de instalação e manutenção. Os rádios, que são uma boa alternativa, possuem um consumo elevado de energia, na configuração encontrada no mercado.

Desenvolveu-se um sistema de telemetria para medir quantidades referentes aos fatores ambientais que influenciam a produção agropecuária em suas diversas fases, tais como as condições do solo, biológicas e atmosféricas. O sistema é composto por até 59 estações de dados escravas remotas e uma estação mestre, compartilhando um enlace de rádio

Utilizou-se tecnologia de redes locais de instrumentos, onde os instrumentos podem estar acoplados a sensores e atuadores, sendo designados de "estações de dados".

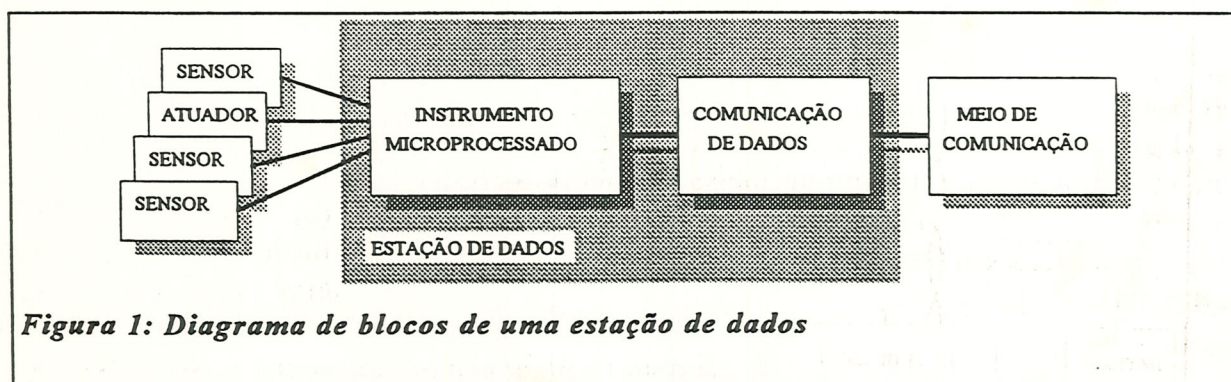


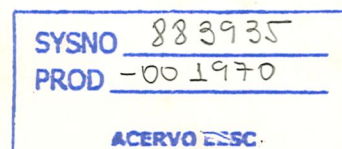
Figura 1: Diagrama de blocos de uma estação de dados

As estações de dados são baseadas no microcontrolador SAB 80C535 com "software" 100% compatível com a família de microcontroladores MCS8051 (INTEL, 1987). Esta família de microcontroladores é empregada em trabalhos como INAMASU et al., 1992; CORONA et al., 1993. Este microcontrolador

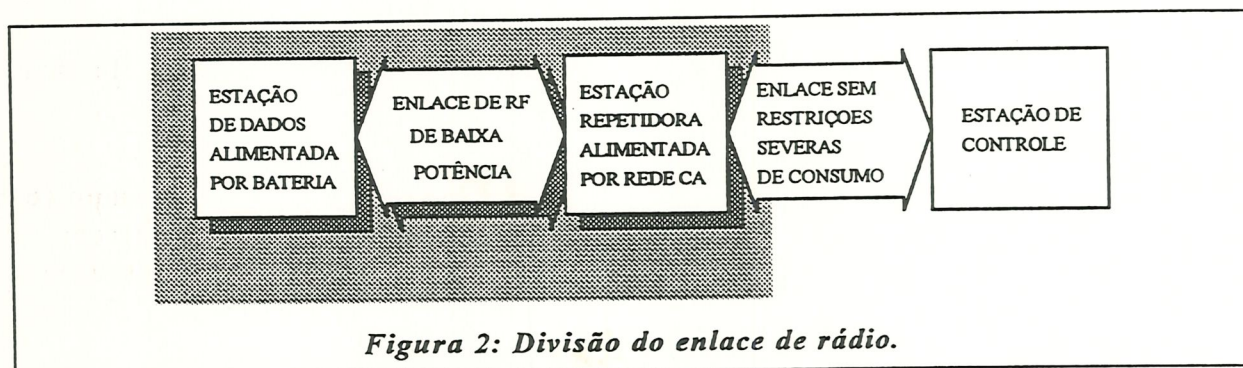
¹ Aluno do Programa de Mestrado em Engenharia Elétrica EESC-USP

² Professor do Departamento de Engenharia Elétrica da EESC-USP

³ Pesquisador do CNPDIA-EMBRAPA

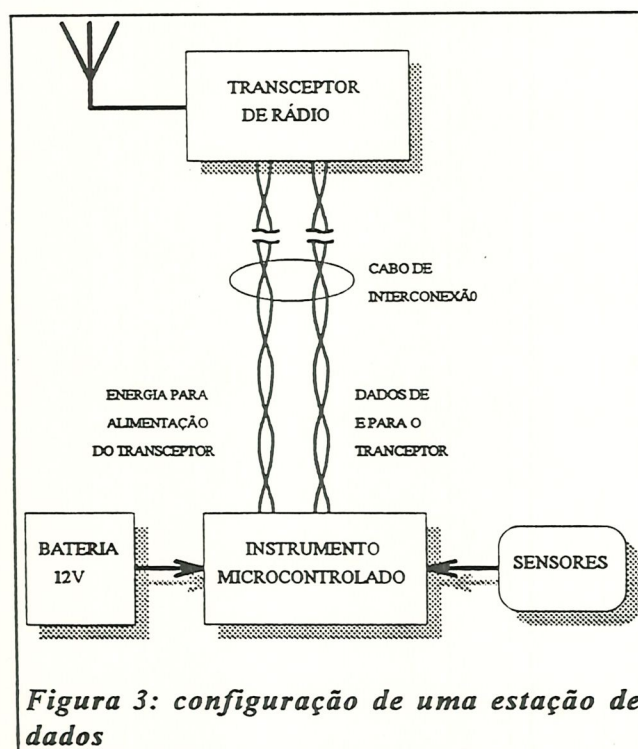


incorpora um conversor A/D com oito entradas multiplexadas, contadores/temporizadores, "ports" de entrada/saída digital, "UART". As estações ainda apresentam: 32 KBytes de memória RAM, 64KBytes de memória ROM, interface de comunicação de dados e fonte de alimentação, como mostra a figura 1.



A programação das estações de dados é feita utilizando-se linguagem de alto nível (linguagem C), com o auxílio de um "cross compiler".

A interface de comunicação emprega o rádio como meio de comunicação. As estações compartilham uma faixa centrada em 418Mhz. Utilizou-se modulação FSK por duração de pulso. A velocidade de transmissão é de 1200 bits/segundo. O alcance em linha de visada é de até 1000m.



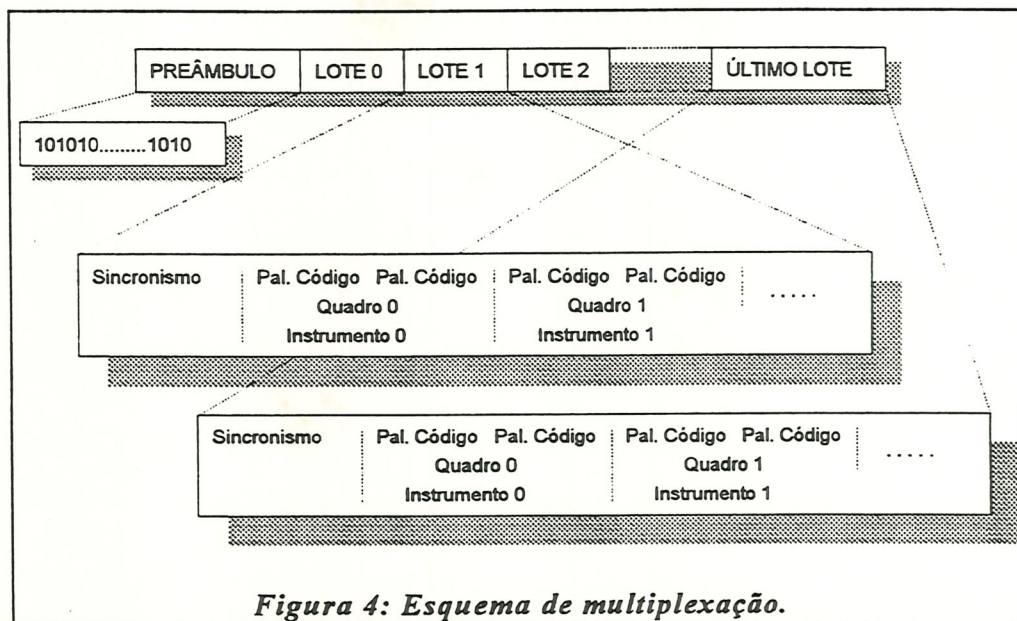
O sistema opera com um mestre e vários escravos. As estações escravas devem operar junto ao ambiente agropecuário, alimentadas por baterias. O enlace foi dividido em duas partes, uma em que há limitações de consumo, ligando as estações escravas à estação mestre, e outra, ligando o mestre à sala de controle, como mostra a figura 2.

Para tornar viável o emprego de baterias, o consumo de energia das estações remotas deve ser baixo. A principal providência para diminuir o consumo de energia foi a escolha do método de acesso ao meio como descrito adiante.

A antena deve permanecer a uma altura em que a vegetação, construções, movimentação de pessoas, animais e máquinas não causem interferência excessiva ao funcionamento da mesma. Para facilitar esta disposição, dividiu-se a estação de dados em duas partes, uma contendo o instrumento microcontrolado, sensores e fonte de alimentação, e outra contendo os módulos de rádio e antenas. Esta solução permite uma diminuição no comprimento do cabo

de alimentação da antena, onde é difícil a proteção contra surtos de tensão. Os surtos de tensão devidos a raios apresentam valores que atingem centenas de volts por metro de cabo, segundo MASTER, 1986, e a proteção contra surtos e o aterramento do sistema devem ser consideradas em todas as etapas do trabalho. A figura 3 mostra a configuração de uma estação de dados.

O acesso ao meio é baseado em multiplexação por divisão no tempo síncrona com alocação estática (STDM), com um mestre e vários escravos, garantindo a todas as estações de dados acesso regular ao meio. Cada estação de dados transmite ou recebe somente quando seu intervalo de tempo chega.



A multiplexação do meio de comunicação é sincronizada pela estação mestre, que envia uma palavra código de sincronismo no início de cada lote de "slots". A figura 4 mostra o esquema de multiplexação. Uma vantagem de um barramento com um único mestre é a sincronização de todas as comunicações, com a temporização dos dados controlada precisamente. Cada lote é composto por 59 "slots" com duração de 60 segundos. Durante a maior parte do tempo, toda a estação remota permanece desativada, com exceção de um relógio calendário, com consumo de energia muito baixo. O sinal de alarme do relógio calendário é utilizado para ativar a estação de dados no "slot" de tempo atribuído à mesma, que recebe comandos da estação mestre, os executa, programa o relógio calendário para seu próximo período de ativação e desativa-se.

O algoritmo para sincronização das estações escravas leva em consideração as características dinâmicas do meio de propagação. Nas primeiras ausências do sinal de sincronismo, considera-se que as condições de propagação estão desfavoráveis, e continua-se a busca pelo sincronismo nos intervalos esperados. Após isto, considera-se que houve perda de sincronismo, e realiza-se uma busca pelo período total de um lote.

O controle de erros deve permitir a operação segura do sistema em face ao "fading", recepção de dados aleatórios e interferências de outros sistemas operando alguns quilômetros distante.

Para controle de erros, utilizou-se o código BCH (Bose-Chaudhuri-Hocquenghem), com 10 bits de redundância para cada 21 bits de dados, com capacidade de corrigir até 5 bits. O codificador e o decodificador são implementados em "software".

A taxa de amostragem adotada é adequada para coletar dados sobre fatores ambientais em aplicações agropecuárias. Usualmente, tais dados são tratados estatisticamente para obter-se valores médios, máximos e mínimos.

O protocolo de comunicação adotado permite que o sistema apresente consumo de energia baixo o suficiente para permitir o emprego de baterias, permitindo que o mesmo seja instalado junto aos processos sob medida, mesmo que as instalações elétricas não estejam disponíveis prontamente.

A utilização de rádio, eliminando cabos, suprime as desvantagens associadas a estes, como: muita mão de obra para instalar, manutenção cara e demorada, proteção contra raios de difícil solução, sujeição a ação de roedores, depredações, roubos e acidentes como queimadas.

CORONA JR.,N.; INAMASU, R.Y.; COLNAGO, L.A.; VOLPE, C.A. ; CRUVINEL, P.E. Humectógrafo para previsão de doenças em plantas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 22, 1993, Ilhéus, BA. Anais... Ilhéus, BA: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola/Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira, 1993. p.773-783.

INAMASU, R.Y.; SILVA, A.M.; RABELLO, L.M.; CRUVINEL, P.E.; TANIWAKI, K.; FRANZ, C.; FOLLE, S.M.; CORONA JR.,N.; Coletor de dados para medir desempenho de tratores e implementos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 21, 1992, Santa Maria, RS. Anais... Santa Maria, RS: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1992. p.1777-1789.

INTEL CORPORATION (Santa Clara, Ca), Embedded controller handbook. Santa Clara, 1987. paginação irregular.

MASTER, M et al. Voltages induced on overhead line by the lightning stepped leader. IEEE Transactions on EMC. v.28, n.3, p.168-71, 1986.