



MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO
Instituto Nacional de Meteorologia

NOTA TÉCNICA No. 001/2011/SEGER/LAIME/CSC/INMET

Rede de Estações Meteorológicas Automáticas do INMET

1. INFORMAÇÕES GERAIS SOBRE A REDE DE ESTAÇÕES AUTOMÁTICAS

Esta Nota Técnica apresenta descrição do "sistema de informação meteorológica automática de superfície" do INMET, compreendendo: sub-sistema de coleta de dados, através de sensores que medem as variáveis ambientais; sub-sistema de controle e armazenamento local em *data-logger*; sub-sistema de energia; sub-sistema de comunicações; sub-sistema de banco de dados; e sub-sistema de disseminação de dados aos usuários, de forma aberta e gratuita pela internet. Faz-se importante pensar em um "sistema" ao invés de somente estações PCDs, como no passado. Todos os sub-sistemas são importantes, o controle de toda a rede, a preocupação constante com vandalismo e manutenção regular de todos os sub-sistemas da Rede. Convênios com instituições parceiras de caráter permanente são feitos para garantir a operacionalidade do sistema ao longo dos anos.

[Como informação adicional, as estações automáticas adquiridas são importadas (daí a preocupação com peças de reposição), de fabricação finlandesa, marca Vaisala, modelo MAWS 301, usadas como padrão para a rede de estações automáticas de superfície (EMA) do INMET.]

2. O QUE MEDE E COMO FUNCIONA UMA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA AUTOMÁTICA (EMA)

Uma estação meteorológica automática (EMA) coleta, de minuto em minuto, as informações meteorológicas (temperatura, umidade, pressão atmosférica, precipitação, direção e velocidade dos ventos, radiação solar) representativas da área em que está localizada. A cada hora, estes dados são integralizados e disponibilizados para serem transmitidos, via satélite ou telefonia celular, para a sede do INMET, em Brasília. O conjunto dos dados recebidos é validado, através de um controle de qualidade e armazenado em um banco de dados.

Além disto, os dados são disponibilizados gratuitamente, em tempo real, através da internet (http://www.inmet.gov.br/sonabra/maps/pg_automaticas.php) para a elaboração de previsão do tempo e dos produtos meteorológicos diversos de interesse de usuários setoriais e do público em geral e para uma vasta gama de aplicações em pesquisa em meteorologia, hidrologia e oceanografia.

3. DESCRIÇÃO DOS ELEMENTOS QUE COMPÕEM UMA EMA

A estação meteorológica automática (EMA) é um instrumento de coleta automática de informações ambientais locais (meteorológicas, hidrológicas ou oceânicas), e inclui os elementos:

- a) Sub-sistema de coleta de dados;
- b) Sub-sistema de controle e armazenamento;
- c) Sub-sistema de energia (painel solar e bateria);
- d) Sub-sistema de comunicação.

A **coleta de dados** é feita através de sensores para medição dos parâmetros meteorológicos a serem observados. As medidas tomadas, em intervalos de minuto a minuto, e integralizadas para no período de uma hora, para serem transmitidas, são:

- Temperatura Instantânea do Ar
- Temperatura Máxima do Ar
- Temperatura Mínima do Ar
- Umidade Relativa Instantânea do Ar
- Umidade Relativa Máxima do Ar
- Umidade Relativa Mínima do Ar
- Temperatura Instantânea do Ponto de Orvalho
- Temperatura Máxima do Ponto de Orvalho
- Temperatura Mínima do Ponto de Orvalho
- Pressão Atmosférica Instantânea do Ar
- Pressão Atmosférica Máxima do Ar
- Pressão Atmosférica Mínima do Ar
- Velocidade Instantânea do Vento
- Direção do Vento
- Intensidade da Rajada do Vento
- Radiação Solar
- Precipitação acumulada no período
- Nota: Outros parâmetros podem ser medidos, desde que sejam instalados sensores específicos.

Além destes parâmetros meteorológicos, são transmitidas informações sobre:

- Identificação da estação
- Tensão (voltagem) da bateria
- Temperatura do ar dentro da caixa de proteção de alguns sub-sistemas

Em adição, um observador pode, manualmente inserir e enviar outras informações, com a ajuda de um teclado especial na estação, como a seguir:

- Nebulosidade total
- Código da nuvem
- Altura da base da nuvem
- Visibilidade horizontal

(numa estação totalmente automatizada, estas medidas não são coletadas)

O sub-sistema de **armazenamento** é composto por um processador central de baixo consumo de energia (*datalogger*), que faz o registro dos valores observados em uma unidade de memória que contem as instruções programadas para aquela unidade. Os

dados são armazenados em uma memória não volátil que mantém os dados medidos por um período especificado.

O sub-sistema de ***energia*** torna a estação independente de energia elétrica externa e não requer nenhum equipamento ou sala para sua operação diária. Inclui as baterias e um painel solar que as alimenta é o sub-sistema responsável pelo fornecimento de energia para o funcionamento de todo o instrumental da EMA.

O sub-sistema de ***comunicação*** faz a transmissão dos dados coletados, que estão armazenados na memória. O INMET utiliza, atualmente, o sistema Autotrac, baseado no satélite BrasilSat, em órbita geosíncrona, que permite comunicação bidirecional (o satélite "vê" sempre a EMA e a estação receptora em Brasília), em tempo real, provendo comunicação interativa entre a EMA e o INMET. Alternativamente, nos locais onde a comunicação por telefonia celular é confiável e regular, pode-se usá-la para a transmissão, em horários previamente programados.

4. BASE FÍSICA DA ESTAÇÃO

Além dos sub-sistemas mencionados, a estação deve ser instalada em uma base física, numa área livre de obstruções naturais e prediais, situada em área gramada mínima de 14m por 18m, cercada por tela metálica (para evitar entrada de animais). Os sensores e demais instrumentos são fixados em um mastro metálico de 10 metros de altura, aterrado eletricamente (malha de cobre) e protegido por pára-raios. Os aparelhos para as medições de chuva (pluviômetro) e de radiação solar, bem como a antena para a comunicação, ficam situados fora do mastro, mas dentro do cercado.

5. CENTRO DE CONTROLE DA INFORMAÇÃO METEOROLÓGICA (CCIM)

Para o controle permanente de toda a rede, o INMET implantou, na sua Sede em Brasília, um Centro de Controle (CCIM), que funciona 24hx7d, em 4 turnos. O CCIM permite monitorar o funcionamento de cada sensor da EMA, baterias, painel solar, etc. Em caso de ocorrer alguma pane, um relatório é enviado pelo CCIM à SEGER para as providências de reparo e conserto durante a próxima programação mensal de manutenção. Este Centro também controla o fluxo de dados entre os vários computadores/servidores que interligam o Sistema de Comunicações Meteorológicas do INMET com seus parceiros no Brasil e no exterior (o INMET opera o Centro Regional de Comunicações da Organização Meteorológica Mundial – OMM, no âmbito da América do Sul).

6. SUB-SISTEMA DE DISSEMINAÇÃO DOS DADOS

Os dados coletados pelas EMAs serão enviados automaticamente para a sede do INMET em Brasília, de hora em hora, onde são efetuadas as validações (através de um sistema de qualidade) e disponibilizados em tempo real a todos usuários, de forma aberta e gratuita para toda a sociedade no portal do INMET http://www.inmet.gov.br/sonabra/maps/pg_automaticas.php

Uma instituição parceira do INMET poderá receber estes dados a cada hora via internet ou de outra forma que for conveniente, a ser concordada.

6.1 Inserção no GTS - Para a comunidade meteorológica internacional, os dados coletados pelas estações são inseridos no Sistema Mundial de Telecomunicações (GTS) da Organização Meteorológica Mundial. Cada estação EMA tem um código OMM que a

identifica. Os dados são codificados em BUFR (*Binary Universal Form for Representation of meteorological data*) e enviados via boletins com encabeçamento ISAI01 SBBR /////// e é inserido no GTS sempre que recebido pelo sistema de comutação automática (Moving Weather). Diferentemente dos boletins SYNOP, os dados podem ser mais facilmente utilizados em processamento e previsão com modelos numéricos de previsão de tempo (PNT), tendo em vista que estão em formato binário e tem decodificador padronizado.

Os dados são incluídos no GTS através do boletim ISAI01 SBBR. O código BUFR, consiste em um trem de bits feito em sequência de octetos (8 bits) e tem a vantagem de ter sido aprovado pela CBS, está em operação pelos países membros da OMM e é usado internacionalmente como formato de armazenamento e troca de dados.

Sua forma de representação é:

Seção 0 – seção de indicação BUFR;

Seção 1 – identificação;

Seção 2 – opcional;

Seção 3 – descrição dos dados;

Seção 4 – *string* de dados;

Seção 5 - 7777

7. OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO – GERÊNCIA DA REDE (SEGER/CSC)

O INMET implantou, na sua estrutura organizacional, uma Gerência de Rede (SEGER/CSC), responsável por programar mensalmente o trabalho de campo de 11 Equipes de Manutenção, com 2 a 3 técnicos cada, devidamente treinados em instalação e manutenção corretiva e/ou preventiva das estações de toda a Rede de Estações. A programação de manutenção corretiva mensal é efetuada a partir dos relatórios elaborados pelos técnicos do CCIM, com detalhes das falhas de cada estação. Roteiros de manutenção são efetuados e as viagens duram até 15 dias, com o pessoal em campo, utilizando camionetes equipadas com comunicação por satélite. As bases de operação estão localizadas em Brasília, Manaus, Belém, Recife, Belo Horizonte, São Paulo, Porto Alegre, Cuiabá. A manutenção técnica preventiva é dada por uma equipe de manutenção, em geral a cada 12 meses. O Sistema de Qualidade ISO 9001, implantado pelo INMET há mais de 10 anos, ajuda no acompanhamento e nos processos de manutenção.

8. CUSTO OPERACIONAL DA REDE DE ESTAÇÕES

Além do custo de pessoal das 11 Equipes de Manutenção, mensalmente existem despesas relativas a diárias, suprimentos de fundo com o deslocamento das camionetes que realizam os roteiros por prazos de até 15 dias. Para cada estação que efetua comunicação pelo sistema Autotrak via satélite, o custo de comunicação mensal é de R\$700,00/estação (se utilizar telefonia celular, o custo é de R\$250,00). Há que se considerar as peças e sensores de reposição, muito deles importados, consertos em cercados, pintura, troca de baterias, etc.

Hoje o INMET contabiliza gastos da ordem de R\$ por ano com a manutenção da rede de 500 estações EMA, fora o gasto com o pessoal envolvido.

9. INSTALAÇÃO DE UMA EMA: PARCERIA E RESPONSABILIDADES

Uma estação meteorológica automática (EMA) deve ser instalada em uma área gramada fechada com um cercado de tela metálica de 14mX18m e um mínimo de 50 m² livre de efeitos de construções ao seu redor e protegida contra roubo e vandalismos.

A instituição parceira tem a responsabilidade de indicar a área para a instalação da estação e, quando a estação estiver operando, mantê-la preservada de vandalismo, bem como manter a limpeza do local.

A instalada de uma EMA é feita por equipe de instalação e manutenção do INMET, após a escolha adequada do local e preencher requisitos de espaçamento da rede, dentre outros.

Para evitar vandalismos e roubos (hoje muito comuns), o INMET firmou Acordos de Cooperação Técnica (ACT) com os Comandos do Exército, da Aeronáutica e da Marinha do Brasil e também com a CONAB, dentre outras instituições que podem assegurar a segurança ao patrimônio público.

10. INSTALAÇÃO EM ÁREA DE PARCEIRO: ÔNUS PARA A INSTITUIÇÃO

A estação EMA é autônoma, não depende de energia elétrica externa e não requer nenhum equipamento ou sala adicional para sua operação diária.

A contrapartida da instituição parceira restringe-se a:

- cessão de uso do espaço físico, livre de obstrução natural e predial, com área mínima de 14X18 metros, cercada e gramada;
 - Construção de um cercado de tela metálica, conforme croqui mostrado;
 - manutenção da limpeza e conservação do local, de acordo com orientação dos técnicos do INMET;
 - permissão da entrada dos técnicos do INMET para acessar ao local quando da visita de inspeção técnica;
 - manutenção da área gramada limpa e garantir a segurança do patrimônio.
- Poderá ser dado um curso de treinamento sobre o funcionamento da estação.

11. ANEXOS

Os anexos mostram:

- Estação meteorológica automática (EMA) típica instalada e funcionando
- mapa com a localização das estações instaladas
- sub-sistema de comunicações (transmissão dos dados)
- Centro de Controle da Informação Meteorológica (CCIM)
- diagrama (projeto) da construção da base física
- tabela indicativa de como os dados são disponibilizados

Nota Técnica elaborada por:

Antonio Divino Moura (Diretor); Edmundo Wallace Monteiro Lucas (SEGER); Jorge Emílio Rodrigues (LAIME); José Mauro de Rezende (CSC)

ANEXOS



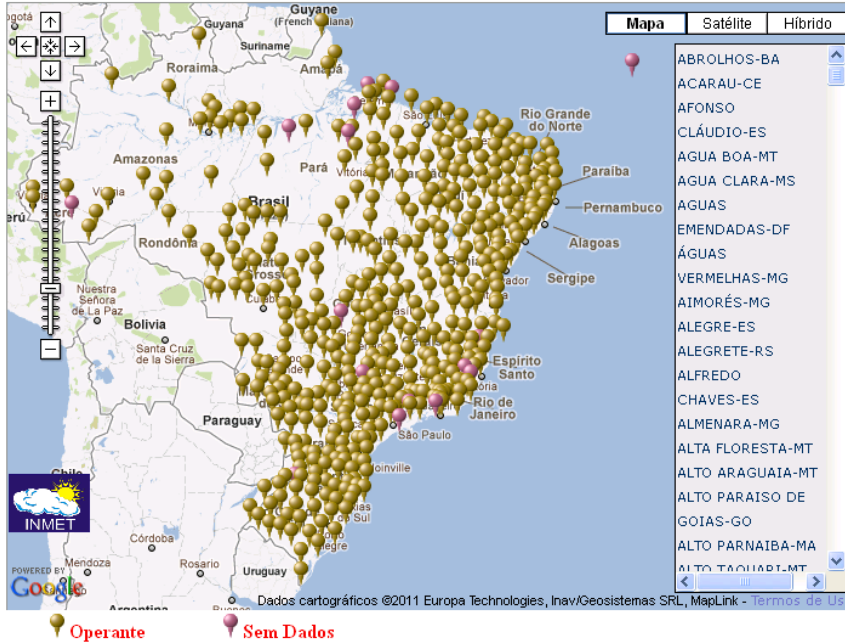
*Uma típica Estação Meteorológica Automática – EMA
Sensores, mastro com caixa data-logger, painel solar, pára-raios, cercado*



Detalhe de uma Estação Meteorológica Automática (EMA), mostrando a esquerda o pluviômetro, ao centro a antena de comunicação via satélite e à direita o "datalogger" com sensor de temperatura presos ao mastro.

Monitoramento das Estações Automáticas

Click no Balão ou nas estações da barra de rolagem para visualizar os dados das estações.

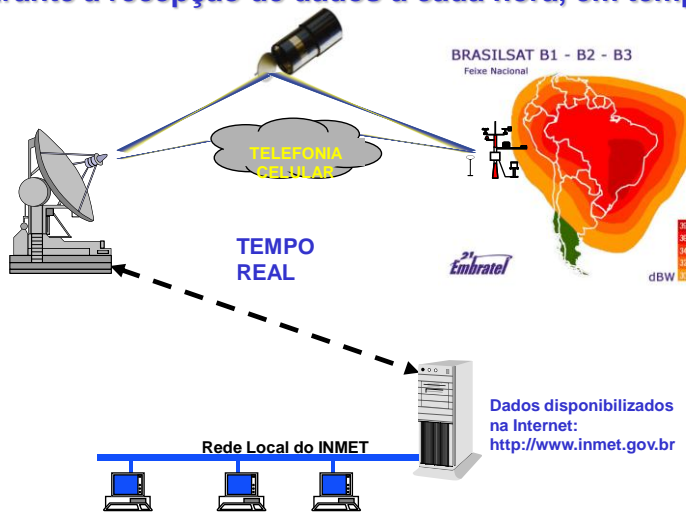


(situação em dezembro de 2011)

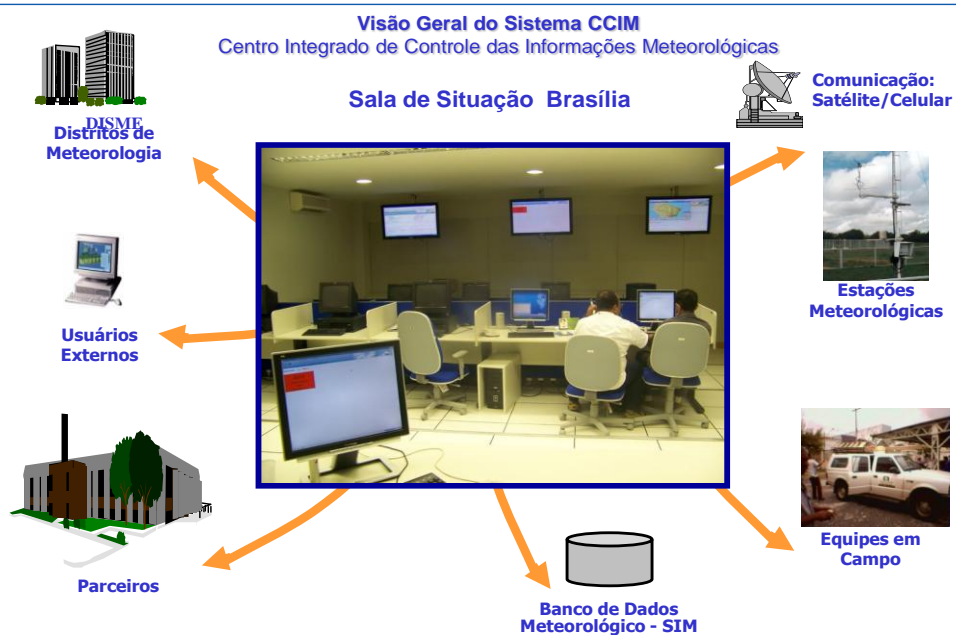
Distribuição das Estações Meteorológicas Automáticas pelo território brasileiro

Sistema de Coleta Via Satélite e Telefonia Celular

Garante a recepção de dados a cada hora, em tempo real



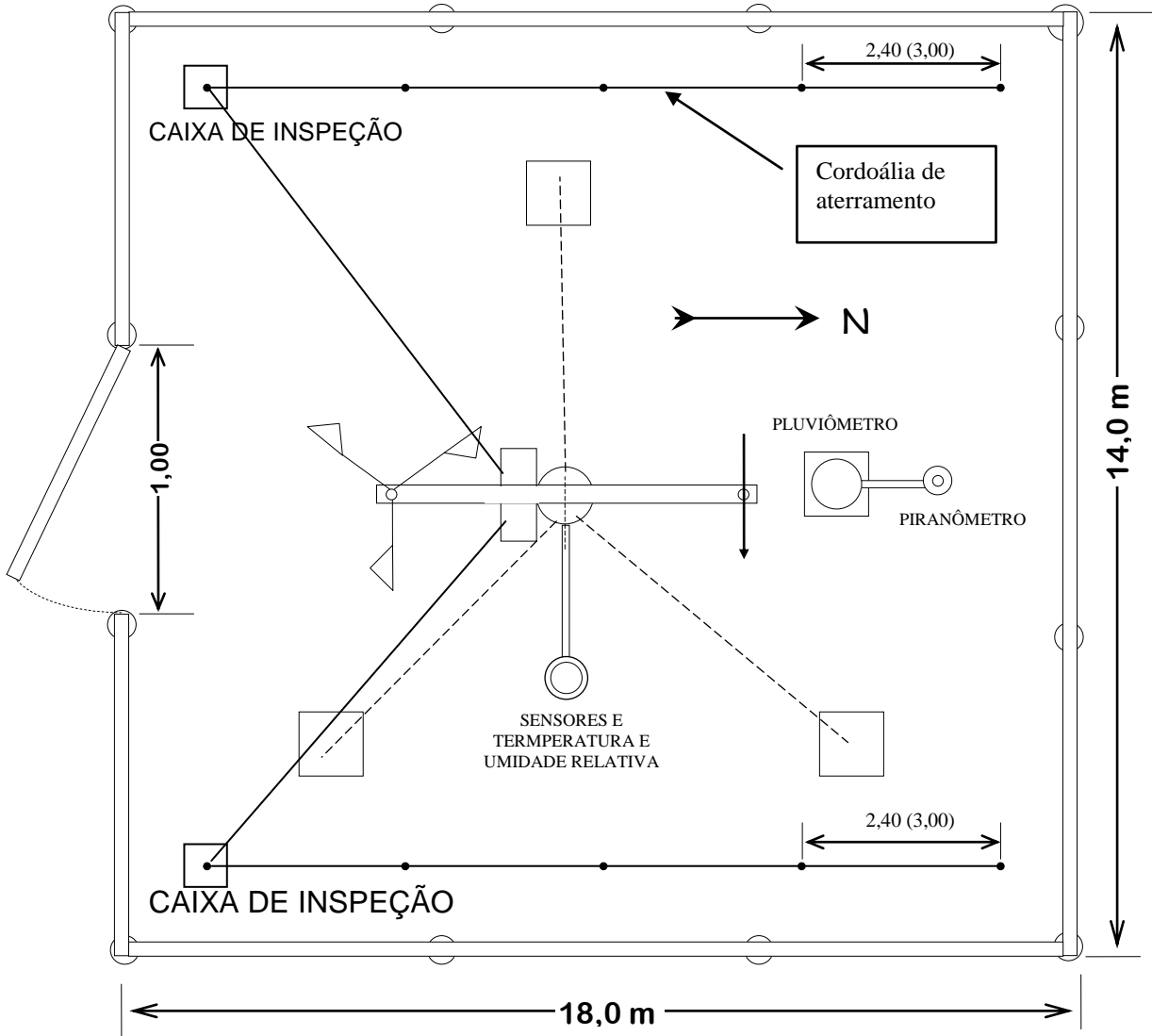
Comunicações por satélite ou telefonia celular



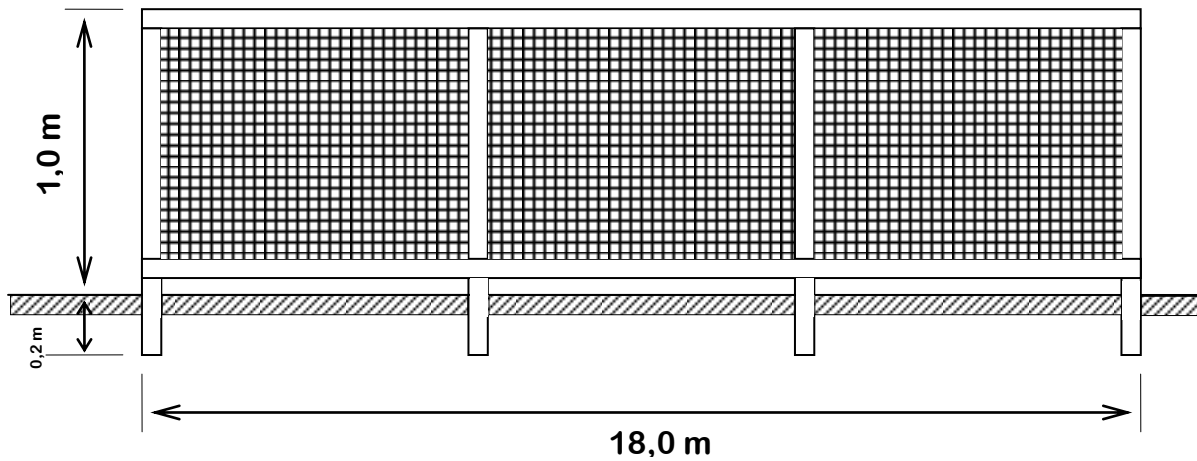
Centro de Controle em 4 turnos de 6 horas cada (operação 24 horas / 7 dias)

CROQUI DO CERCADO

VISTA DE CIMA



VISTA DE LADO



Informações sobre amostragem e parâmetros medidos por uma Estação Meteorológica Automática (EMA)

PROCEDIMENTOS DE MEDIÇÕES ANALÓGICAS

Temperatura: A medição da resistência usando uma corrente de excitação de 1 mA e medições da tensão sobre um elemento Pt100 e um resistor de referência de 100 ohms. A linearização do Pt100 é realizada pelo software. Amostragem a cada 5 segundos. O valor "instantâneo" usado em relatórios meteorológicos é a média de um minuto (de 12 valores de amostragem).

Umidade: Medida da tensão. Amostragem a cada 5 segundos. O valor "instantâneo" usado em relatórios meteorológicos é a média de um minuto (de 12 valores de amostragem).

Radiação: Medida da tensão. Amostragem a cada 5 segundos. O valor "instantâneo" usado em relatórios meteorológicos é a média de um minuto (de 12 valores de amostragem).

MEDIÇÕES DIGITAIS

Valores eólicos (vento): Mensagem de dados seriais. Comunicação entre a CPU da EMA ea CPU da WT521. Amostragem uma vez por segundo. Relatórios meteorológicos usam valores médios de 10 minutos.

O transmissor de vento Vaisala WT521 é um pequeno instrumento controlado por microprocessador usado para fazer medidas do sensor de vento, para calcular médias de curto prazo (rajadas) e para transmitir esses resultados para a unidade central da EMA por meio de uma interface digital serial.

O WT521 realiza medidas a cada 0,25 segundos e usa esses valores de amostragem para calcular a média móvel de 3 segundos tanto para a velocidade quanto a direção do vento. Essas médias de curto prazo são enviadas pela porta serial uma vez por segundo. A EMA recebe esses valores de 3-segundos e os usa como variáveis de entrada para calcular as médias de 10 minutos e as velocidades de rajada.

Pressão: Medida da frequência pela CPU da EMA. Amostragem a cada 5 segundos. O valor "instantâneo" usado em relatórios meteorológicos é a média de um minuto.

Precipitação (Chuva): Medida com contador de pulsos. Amostragem a cada 10 segundos. Usada em relatórios meteorológicos na forma de uma soma cumulativa.

| ESTAÇÃO | DATA | | | HORA | TENS | TEMP | TEMP. AR | | | UMID. RELATIVA | | | TEMP. PT. ORVALHO | | | PRESSÃO | | | VENTO | | | | NEBULOSIDADE | | | | |
|---------|------|-----|-----|------|------|------|----------|------|------|----------------|-----|-----|-------------------|-----|-----|---------|-------|-------|-------|-----|------|------|--------------|-----|------|-------|-------|
| | ANO | MÊS | DIA | OBS. | BAT | CPU | INST. | MAX | MIN | INST | MAX | MIN | INST | MAX | MIN | INST | MAX | MIN | Vel | Dir | RAJ. | RAD | PREC | TOT | COD | BASE | VISIB |
| | | | | UTC | V | °C | °C | °C | °C | % | % | % | °C | °C | °C | hPa | hPa | hPa | m/s | ° | m/s | kJm2 | mm | | | | |
| A001 | 2000 | 7 | 1 | 0 | 12.5 | 22 | 19.6 | 20.7 | 19.5 | 45 | 45 | 40 | 7.2 | 7.5 | 6.6 | 889.1 | 889.1 | 888.8 | 1.6 | 113 | 4.0 | -4 | 0.0 | / | //// | ///// | ///// |
| A001 | 2000 | 7 | 1 | 1 | 12.5 | 21 | 20.1 | 20.2 | 19.7 | 39 | 47 | 39 | 5.8 | 8.1 | 5.8 | 889.4 | 889.4 | 889.1 | 2.2 | 71 | 4.5 | -4 | 0.0 | / | //// | ///// | ///// |
| A001 | 2000 | 7 | 1 | 2 | 12.5 | 21 | 19.6 | 20.2 | 19.6 | 36 | 39 | 36 | 4.3 | 5.8 | 4.3 | 889.3 | 889.4 | 889.3 | 2.3 | 75 | 4.0 | -4 | 0.0 | / | //// | ///// | ///// |
| A001 | 2000 | 7 | 1 | 3 | 12.5 | 21 | 18.3 | 19.7 | 18.3 | 43 | 43 | 36 | 5.5 | 5.5 | 4.2 | 889.0 | 889.3 | 889.0 | 1.5 | 78 | 4.1 | -4 | 0.0 | / | //// | ///// | ///// |

ESTAÇÃO = Axnn xnn = sequencial Primeiro dígito x=Distrito, nn=sequencial de instalação em cada Distrito

ANO MÊS DIA HORA (HORA UTC)

TENSAO DA BATERIA

TEMPERATURA DA CPU

TEMPERATURA DO AR INSTANTANEA, MAXIMA E MINIMA

UMIDADE RELATIVA INSTANTANEA, MAXIMA E MINIMA

TEMP. DO PONTO DE ORVALHO INSTANTANEA, MAXIMA E MINIMA

PRESSÃO ATMOSFÉRICA INSTANTANEA, MAXIMA E MINIMA

VENTO DIREÇÃO, VELOCIDADE E RAJADA

RADIAÇÃO SOLAR

PRECIPITAÇÃO

NEBULOSIDADE TOTAL, CODIGO E BASE DA NUVEM

VISIBILIDADE

Tabela de identificação dos dados observados pela estação meteorológica automática MAWS301 do INMET.