

Relatório Final

Resumo

Introdução

Desenvolvimento

Metodologia

O presente estudo propõe averiguar a precisão de sensores de pressão, temperatura, umidade e de precipitação.

A importância da aferição da precisão dos sensores é necessária para a determinação da qualidade do sensor e desta forma balizar a tomada de decisão quanto a sua utilização ou não por engenheiros e diversos profissionais no desenvolvimento de seus projetos.

Procedimentos

Temperatura

Para determinar o procedimento de aferição da qualidade do sensor de temperatura, o LM35, nós discutimos com mais 12 colegas de graduação em Engenharia do Insper sobre como realizaríamos as medições. Foi elegido, então, a medição de 6 temperaturas: 5°, 12°, 19°, 26°, 33° e 40°C, visto que é a faixa de temperatura da cidade de São Paulo. Para cada temperatura foi proposto 9 medições, pois aumentaria a precisão de nossos resultados.

Para realizarmos as medições utilizamos o forno de calibração da Ecil nas temperaturas especificadas no parágrafo anterior, o medidor de tensão Analog Discovery, o sensor de temperatura LM35, um notebook CORE i5 e o software Waveforms da Digilent para leitura da tensão emitida pelo Analog Discovery.

O LM35 possui três saídas: ground, V_{out} e $+V_s$. A saída ground foi conectada a entrada terra (↓) do Analog Discovery. A saída V_{out} foi conectada a entrada 1+ do Analog Discovery. A saída $+V_s$ foi conectada a entrada V+ do Analog Discovery. Após termos feito as conexões anteriores habilitamos o canal V+ na posição “Rdy” e lhe fornecemos energia através do botão “Power is ON”.

Dado que o sistema estava preparado pelos passos explanados nos parágrafos anteriores, inserimos o LM35 no forno de calibração. Para cada medição aguardamos entre 3 e 5 minutos, que foi determinado pela estabilização da curva de medição da voltagem. Então exportávamos o arquivo histórico das medições, anotávamos a temperatura do termômetro de resistência do forno de calibração, e salvamos o arquivo em formato csv. Repetimos este procedimento para cada uma das 54 medições.

Após termos finalizado as 54 medições exportamos os valores obtido para uma planilha em que trataríamos os dados de campo no Método dos Mínimos Quadrados.

Materiais

Sensores

BMP180

Sensor digital de Pressão

O BMP180 é o sucessor funcional compatível do BMP085, uma nova geração de sensores de pressão digitais de alta precisão para aplicações de consumo.

O consumo ultrabaixo, a baixa voltagem eletrônica do BMP180 é ótima para uso em telefones celulares, PDAs, aparelhos de navegação GPS e equipamentos de uso externo. Com um ruído altimétrico baixo de 0.25m em tempo de conversão rápida, o BMP180 oferece performance superior. A interface I²C possibilita integração rápida do sistema com o micro controlador. O BMP180 é baseado na tecnologia resistiva-piezo de robustez EMC, de alta precisão e linearidade assim como estabilidade a longo prazo.

Faixa de Pressão: 300 – 1100hPa (+9000m – 500m em relação ao nível do mar);

Tensão de alimentação: 1.8 – 3.6V(V_{DD}), 1,62V – 3,6V (V_{DDIO});

Baixa energia: 5microA em uma amostra/ segundo no modo padrão.

DHT22

Sinal digital calibrado de saída do DHT22. Ele utiliza técnica de coleta de sinal digital e tecnologia de detecção de umidade, assegurando a sua confiabilidade e estabilidade. Seus elementos de sensores estão conectados em um único chip de computador de 8-bit.

Cada sensor deste modelo compensado e calibrado numa câmara de calibração precisa e o coeficiente de calibração é salvo no programa de memória OTP, quando o sensor está detectando, ele utilizará o coeficiente da memória.

O pequeno tamanho, baixo consumo, e a distância de transmissão longa (20m) permitem que o DHT22 seja adaptado em todos os tipos de ocasiões.

Embalado em uma única linha com quatro pinos, faz a conexão muito convenientemente.

Fonte de energia: 3.3-6V DC;

Sinal de saída: sinal digital via single-bus;

Elemento sensor: capacitor de polímero;

Faixa de operação: umidade 0-100% de umidade relativa e temperatura de -40 à ~80°C;

Precisão: umidade +- 2% de humidade relativa (Máximo +-5%) e temperatura <+-0.5Celsius;

Resolução ou sensibilidade: umidade 0,1% de umidade relativa e temperatura de 0,1°C;

Repetitividade: umidade 0,1% de umidade relativa e temperatura de 0,2°C;

Histerese de umidade: +-0,3% umidade relativa;

Estabilidade de longo termo: +- 0,5% umidade relativa/ano;

Período de detecção: Média: 2s;

Permutabilidade: totalmente intercambiável;

Dimensão: 14x18x15,5 mm

Aosong Electronics Co., Ltd

LM35

As séries LM35 são dispositivos de circuito integrado de precisão de temperatura com uma voltagem de saída de proporcionalidade linear a temperatura centígrado. O dispositivo LM35 tem uma vantagem sobre sensores de temperatura lineares calibrados em Kelvin, pois o usuário não é solicitado a subtrair uma grande tensão constante da saída para obter escala centígrado conveniente. O dispositivo LM35 não necessita de nenhuma calibração externa ou recorte para proporcionar precisões típicas de $\pm 1/4^{\circ}\text{C}$ em temperatura ambiente e $\pm 3/4^{\circ}\text{C}$ ao longo de uma faixa de temperatura completa de -55°C à 150°C . Baixo custo é assegurado apesar a calibração

Sensor de Chuva

Equipamentos de Laboratório

Forno de Calibração

Banhos de Calibração de Umidade Relativa

Cinco estações contendo os sais KOH, K(CH₃OO), Ca(NO₃)₂, NaCl, KCl, em PA (pró-análise), ou seja, de caráter não comercial, mas de reagente, isto é de laboratório.

Ultimaker

Impressora 3D de materiais.

Utilizada para a impressão da estrutura da Estação Meteorológica que abrigará o Arduino, a Placa de Cobre, os Sensores de temperatura, pressão, umidade e de precipitação.

Especificações:

Volume de Construção: 223x223x205 mm;

Espaço da Área de Trabalho: 357x342x388 mm;

Superfície de Impressão: Cama aquecida (50° - 100° C);

Filamentos suportados: PLA, ABS, CPE;

Camada de resolução: até 20 micron;

Temperatura do Bocal: 180° - 260° C;

Velocidade: 30 mm/s – 300 mm/s;

Diâmetro do Filamento do Bocal: 0.4 mm / 2.85 mm;

Tecnologia de Impressão: Fabricação de filamentos fundidos (FFF);

Entrada AC: 100 – 240 V, 1.4 AMPS

Eletricidade: 50 – 60 Hz, 221 Watt max.

Som: Ruído Operacional Médio 49 dBA

Conectividade: Stand-alone SD cartão de impressão

Peso: 11.2kg

Software: Software fornecido: Cura. Tipos de arquivos: STL / OBJ / DAE / AMF

Cortadora a Laser

Epilog Laser Mini -30 Watts – 24x12

Utilizada para a produção da estrutura da Estação Meteorológica.

Ferramentas Utilizadas

Tinkercad

Software de desenvolvimento gráfico de objetos em 3D.

Foi utilizado para o molde da estrutura da Estação Meteorológica.

www.tinkercad.com

Fritzing

Software de desenvolvimento de prototipação de Placas de Circuito Integrado (PCB). Este software possibilitou a integração gráfica de diversos componentes de nosso circuito, como Arduino, PCB

CopperCam

Software que faz ajustes finos da placa de cobre para a fresadora. Ele utiliza o modelo projetado no software Fritzing e o converte em arquivo de texto a ser usinado na Fresadora.

Multímetro

Fluke 115

Para: verificar fechamento do circuito da placa de cobre. Se o circuito estiver fechado corretamente o Fluke emite um som. O seletor do Fluke deve estar no modo sonoro.

Arduino

pesquisar

Hardware

Software

Fresadora

Roland – Modelo MDX – 40A

Utilizada para a usinagem da placa de cobre. A fresadora utiliza o código no formato G54, realiza o corte da placa de cobre e desenha o circuito na placa. Foi utilizado 8000 rpm.

Estações de Solda

Hikari – Hk – 936B

Utilizada para soldar os pinos na placa de cobre, para isto foi utilizado o filamento de estanho.

Ultimaker

Materiais de Consumo

Placa de Cobre Fenolite

Placa recoberta de cobre em uma das faces e de fenolite na outra.

Resistores

Estanho

60% Sn, 40% Pb, 0.7 mm

Marca: Solda Best

ABS

Filamento de ABS 2,85 mm

O ABS foi escolhido em detrimento ao PLA, visto que este apresenta melhor resistência a exposição ao meio ambiente.

Métodos dos Mínimos Quadrados

Resultados Obtidos

Conclusões

Propostas de Continuidade

Apêndices

