Agradecimentos

Ao I.S.E.P, como instituto com fortes valores e princípios, que permaneçam no bom caminho, criando cada vez mais, formandos aptos para enfrentar os desaos do futuro~~,~~ e crescer de forma positiva. Agradecer aos docentes que partilharam seus conhecimentos e nos permitiu desenvolver as competências necessárias para atingir os nossos objetivos. As amizades criadas, algo que, nunca se esquece.

Um especial agradecimento ao orientador do Projeto/Estagio Engª Isabel Gonçalves Vaz, pelos conselhos, especialmente quando precisamos de receber críticas, sendo a sua opinião uma valiosa orientação, algo que hoje em dia, é muito difícil de obter tal cordialidade. ~~de qualquer pessoa.~~

Resumo

O projeto proposto passa por fazer uma balança, utilizando um micro controlador (Embedded system). Uma célula de carga será o sensor de conversão da diferença de potencial obtida de uma ponte Wheatstone pela existencia de uma massa a pesar sobre a celula de carga, gerando um sinal proporcional ao seu peso. Após obter este sinal, será ligado a um amplificador ADC dedicado para este tipo de funcionalidade, com 24 bits de resolução, com amplificação programável e com uma taxa de transciferência ~~fisicamente~~ programada. Este amplificador é designado por HX711, e possui um protocolo de comunicação que lhe é próprio. Depois esta comunicação serie vai ser entregue a um micro controlador (MCU). A programação do MCU, o código das livrarias e ou drivers será implemengtada em linguagem C. O objetivo é ~~para~~ obter uma balança funcional de fácil utilização e calibração economicamente viável, desta forma ma balança acessivél e prática.

INDICE

“”desgraça””

O titulo “Agradecimentos” entre outros, está escrito no relatoriom em mibusculas, e no corpo do indice aparece em maiusculas. Deve ter o mesmo tipo de letra e (maiusculas ou minusculas) como escritas na posição de referencia durante io relatório. O ponto 1 deve ser igual ao ponto 3.

Acrónimos

(escrever em itálico o que for outra lingua)....

IDE - *Integrated Development Environment*

ADC - Analog to Digital Convert (acho que está mal escrito)

Os significados dos cronimos continua a nao estar em itálico.

* 1. CONTEXTUALIZÃO

Num mundo altamente mecanizado, a força e o torque dentro de todas as grandezas, são as ~~quantidades~~ mais comuns ~~medidas~~. Estas tem um papel significante nos produtos de medição de massa ~~e~~ (células de carga) usadas na industria e retalho, nos automóveis ~~e~~ nas aeronaves, no aperto de tampas de frascos de medicina e parafusos.[1] A massa é uma das grandezas fundamentais, uma propriedade intrínseca de um objeto, na qual se mede a sua resistência e a sua aceleração.

Através da medição do peso, isto é, da força gravitacional exercida num dado objeto, podemos calcular a massa. [9] As balanças digitais estão presentes no nosso dia a dia, e tornan-se numa ~~são uma~~ ferramenta indispensável na industria, comercio e laboratórios. Determinar a massa dos objetos facilitou a ~~é uma~~ moeda de troca no comercio, e tornou-se num pilar fundamental da física e seu desenvolvimentos. Existe uma demanda tanto da área comercial como industrial que empurra o desenvolvimento dos sensores para obter melhores resultados quanto a precisão e imunidade de influencias exteriores na medição das grandezas mencionadas. Devido à importância desta grandeza (massa), ~~a massa~~ foi a razão de querer ~~fazer~~ ~~este projeto~~ desenvolver uma balança digital para uso domestico usando os meios que estão disponíveis no mercado.

* 1. Objetivos

O Objetivo principal deste projeto será fazer uma balança digital economicamente viável, usando os sensores e equipamentos disponíveis no mercado, para ter um produto útil fácil de se replicar. Escolher o sensor adequado e meios de tratamento da informação e comunicação, ~~vai ser~~ será o objeto de estudo. Tendo ~~relevo ser um~~ como focu a utilização de um Embeded System utilizando as ferramentas necessárias para o executar. No ~~fim~~ final tentar aperfeiçoar, fazer melhorias, alterações e adaptações que possam surgir, de forma a simplificar o progecto e torna-lo mais atraente ao consumidor final.

* 1. Calendarização

O segundo semestre teve inicio em 8 de Março, num ambiente de pandemia COVID-19 onde fomos forçados ao ensinamento à distancia, e todo o trabalho teve de ser acompanhado online pelos docentes. No entanto tive de organizar as tarefas pretendidas no plano abaixo descrito, para poder fazer a entrega deste trabalho, antes da data limite da época normal ~~de~~ (28 de Junho de 2021).

Organização do Relatório

No capítulo 1 é feita uma contextualização do trabalho realizado e do seu propósito face às necessidades do mundo atual. No capítulo 2 vai ser descrito uma breve historia da evolução das balanças, e depois um estudo da balança digital.

2. História da Balança

As balanças foram criadas por necessidade, durante o desenvolvimento do comercio na antiguidade. Os produtos que não recorriam a contagem por unidades, tais como objetos irregulares (por exemplo o ouro) tinha de se quantificar o seu valor, e a forma de medir a sua massa tornou-se numa variável de medição para a troca de bens. A relíquia mais antiga de uma balança de medir massa, foi descoberto na vila de Indus River, perto do conhecido por hoje de Pakistão, e estima-se ser por volta de 2000 B.C. ( não será A.C. “antes de cristo”). Estas primeiras balanças eram alavancas em equilíbrio [ F1 × b1c = F2 × b2c ], onde nos extremos eram colocados cestos e se colocava os pesos, este estava centrado no seu centro de massa, assim se os pesos nos dois cestos ~~serem~~ fossem iguais, a alavanca ficava em equilíbrio (na horizontal), tornando-se nessa altura num sistema de comparação, com recursos a pesos fixos estabelecidos como norma e designados de (contra-pesos).

Este sistema pode ter uma boa precisão, mas também pode se facilmente ser adulterado. Os métodos de medir a massa de objetos não conheceu nenhumas melhorias tecnológicas relevantes até a era industrial. Só nos fins do século XVIII é que o meio de medir a massa de objetos não dependia de contra-pesos. As balanças por molas ~~foi~~ foram inventadas por volta de 1770 em Inglaterra por Richard Salter, um fabricante de balanças.

A balança por mola, como o nome implica, mede a pressão (ou sua tensão) exercido sobre a mola para determinar a massa do objeto. Este tipo de balanças ainda são muito comum nos dias de hoje, por serem bastante económicas de fabricar, mas não tem tanta precisão como as eletrónicas desenvolvidas e aperfeiçoadas durante o século XX.

As balanças eletrónicas mais modernas, utilizam resistências elétricas instaladas sobre ~~em~~ materiais ~~permeáveis~~ flexiveis ~~e fazer passar~~ por onde passa uma corrente elétrica, na qual é possível detetar a variação de condutividade das resistências. Esta variação ~~em que~~ é proporcional à pressão exercida sobre esse material, podendo dai obter-se ~~se deduzir~~ o peso dos objetos.

O que vai ser utilizado no projeto, vai ser um célula de ~~peso~~ carga, que segue o principio acima mencionado. Estas células tem quatro sensores *strain gauges* ligadas em ponte *wheatstone*, que vão detetar a distorção (pressão) do material, ou seja, da célula de ~~peso~~ carga, e gerar um sinal em tensão proporcional a força exercida quando alimentada. Seque o mesmo principio de uma mola.

Existe negritos a mais no indicwe, e negritos de tamanho exagerado fora do indice.

Outros tipos de células de ~~peso~~ carga, tais como, as pneumáticas e hidráulicas, que convertem a pressão num sinal elétrico, que é proporcional a força nela exercida.

As células de ~~peso~~ carga capacitivas, são outro exemplo, de como obter um sinal proporcional da força imposta com~~o~~ a carga, neste caso, é medido a sua capacidade ~~pelo~~ de a cordo com o afastamento ou aproximação ~~dos~~ ~~pratos~~ das placas dos elétrodos.

Também existe células, que utilizam o principio de ressonância e desfasamento de fase, e efeito doppler, para determinar a pressão ou distorção das células de ~~peso~~ carga e consequente uma medição. Pode-se dizer que, em todos os casos determina-se a força resultante através do deslocamento no espaço.

3. Balança Digital

Para o desenvolvimento deste projeto, foi criado um kit de desenvolvimento para facilitar sua implementação, ~~testar~~ testes, assim como a execução de ~~efetuar~~ alterações e melhoramentos. ~~Abaixo~~ Por analise à figura 3.1, pode-se ~~ver~~ verificar a montagem em esqueleto do equipamento, ~~utilizado na figura 3.1,~~ e pela ~~seguir a~~ figura 3.2 ~~representado~~ os elementos em diagrama de blocos.

3.1 sensor

Para medir a massa, recorreu-se a uma célula de ~~peso~~ carga, que determina a pressão exercida por um dado objeto, neste caso, a celula de carga está instalada sobre ~~é~~ um bloco de alumínio como indicado na figura 3.3. A celula de carga ~~para isso ser possível este~~ utiliza sensores Piezoresistivos numa montagem em ponte wheatstone, sobre essa superfície em locais ~~determinados~~ especificos.

O termo Piezoresistividade deriva do seu nome da palavra grega piezin, que significa "pressionar". É um efeito exibido por vários materiais que ~~exibem~~ sofrem uma mudança na resistividade devido a uma pressão aplicada. O efeito foi descoberto pela primeira vez por Lord Kelvin em 1856, que notou que a resistência dos fios de cobre e ferro aumentava quando estavam em tensão (tensão electrica ou tensão mecânica??). Ele também observou que os fios de ferro apresentavam uma alteração maior na resistência do que os de cobre. A primeira aplicação do efeito piezoresistivo não apareceu até a década de 1930, cerca de 75 anos após a descoberta de Lord Kelvin. Em vez de usar fios de metal, esses assim chamados medidores de tensão, são geralmente feitos de uma folha de metal fina, montada em uma película de suporte, que pode ser colada em uma superfície. O sensor de fita de metal típico é representado na figura 3.4 [1].

Normalmente nestas aplicações só ~~é~~ são usados um ~~sensor~~ ou dois sensores, e estes podem estar ligados ~~em que estão~~ nos extremos opostos, ou ligados ao mesmo ponto da alimentação, só em casos muito raros são utilizados os quatro sensores na qual a sensibilidade é máxima. ~~E como é óbvio ( o obvio é para ti e nao para quem lê, logo retira-se esta expressão)0,~~ Se o valor das quatro resistências são iguais, então a tensão VAB na saída é nula, e quando se utiliza apenas dois sensores a sensibilidade do sistema é intermédia.

3.2 Amplificador de sinal

A amplificação é geralmente um requisito fundamental, pois a maioria dos sensores, tendem a produzir níveis de sinal (qual sinal?? Corrente ou tensão?)significativamente mais baixos, do que aqueles usados no processador digital. Sensores resistivos podem precisar de um amplificador de carga (se bem me lembro é amplificar o diferencial???). Se possível, é vantajoso ter o ganho o mais próximo possível do elemento sensor. Em situações onde um ~~alto~~ maior ganho é necessário, muitas vezes pode haver implicações para lidar com quaisquer efeitos adversos, como o ruído, ~~também em termos de~~ problemas de layout do chip, os transitórios agudos associados aos sinais digitais que precisam de ser mantidos bem longe dos circuitos analógicos front-end. [1] A ligação destes componentes é intuitivo e fácil de se perceber, o que é complexo neste trabalho é a interligação destes equipamentos com o micro-controlador por meio de software, e criar o driver de comunicação para a placa do amplificador de sinal, já que o protocolo de comunicação é proprietário.

--------------------------------------------//---------------------------------------------------

A placa Load Cell Amplifier pode ser programada fisicamente, para determinar o numero de amostras por segundo a ser transmitido. Este programa tem duas opções; a opção de 10 amostras por segundo, e de 80 amostras. Neste projeto optei pela segunda opção que necessita ~~alteração~~ de uma pequena configuração na placa de circuito de impresso, isto é, é necessário abrir o jumper respetivo de configuração.

A conversão de informação ~~é a~~ acontece na transição entre o sinal continuo da vida real, para um sinal discreto associado ao mundo digital. Tipicamente esta etapa consiste na conversão ~~12analógica~~ de um sinal analógico para digital. O processamento digital pode consistir ~~de~~ no processamento de rotinas para compensar os desvios por linearização, a ~~compensação da~~ sensibilidade e o offset, ou ~~podem ser~~ o processamento de técnicas mais sofisticadas como reconhecimento de padrões, ~~(~~tais como, redes neuronais~~)~~ para equipamentos de sensores vetoriais.[1] A comunicação ~~trata de cuidar~~ ~~das~~ é responsávél por criar as rotinas necessárias para transferir e receber a informação e sinais de controle, para a linha de comunicação ~~com~~ entre o sensor~~,~~ e o processador, que toma lugar como componente central, tratando a informação, guardando os dados e fazendo rotinas, tais como, rotinas de calibração, rotinas de teste e controlo de ganho da amplificação. [1]

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

A livraria (*driver*) ~~criada~~, recorre a interrupções periódicas, quando o sinal ~~de~~ “data”vai para a massa, indicando assim que tem um pacote de leitura pronto a ser transmitido.

Como indicado abaixo no gráfico, em que a linha amarela é a informação, e a linha azul o respetivo *clock* que é gerado pelas interrupções do microcontrolador, fazendo *~~shift~~* um deslocamento dos 24 bits, que ~~depois no~~ por fim transmite para o amplificador, o ganho de amplificação a ser usado pelo numero excedente de *clock cycles*, em que nesta demonstração da/a figura 3.10 é um “um”, e corresponde a um ganho de 128, respeitando ~~a~~ a informação apresentada na tabela 3.2, e ~~a seguir~~ de seguida o exemplo da figura 3.11, com ~~o~~ um ganho de 64, pois tem três impulsos excedentes.

Para obter este resultado, a livraria driver para o “Load Cell Amplifier” teve de ter em consideração que a estrutura do micro-controlador é de 8 *bits*, uma vez que a estrutura do ~~porque o~~ pacote de informação ~~consiste de~~ é de 24 *bits* e em que é transmitido primeiro o *Most Significant Bit (MSB*). O código que executa esta rotina é demonstrado na lista 3.2, ~~que é~~ sendo esta chamada pelas interrupções periódicas, e só é ativa quando o resultado da função na lista 3.1 hx.query(&hx) é verdadeira.

Após obter um numero determinado de valores discretos é calculado uma média (De qualquer coisa???) x = 1 n Xn i=1 xi (3.5) para ser tratado e deduzido o valor correspondente da massa.

3.3 Display LCD

O *Liquid Crystal Display (LCD)* utilizado é de 4x20, isto é, quatro linhas de vinte caracteres cada, ~~é o~~ tornando-se no interface humano principal, e tambem durante o projeto numa ferramenta extremamente útil ~~também~~ para fazer *debug* e executar testes ~~no~~ ao código. Uma livraria ~~que~~ já ~~tinha~~ ~~feito~~ feita para outros projetos serviu para aplicar tambem neste, poupando bastante tempo, revelando a importância de documentar os conhecimentos adquiridos. A livraria ou se preferem *driver* esta presente no anexo (colocar referencia) ~~anexado~~.

Abaixo está a tabela 3.3, com as respetivas ligações, e uma imagem de um LCD 4x20 azul na figura 3.12.

3.4 Micro-controlador

Os micro-controladores da Atmel de 8 a 32 *bits,* são baseados na arquitetura avançada de *Harvard* na qual está concebido para baixos consumos e performance. Este tipo de arquitetura tem dois *buses* (barramentos), um dedicado à leitura das instruções a executar e outra para a escrita e leitura de dados *~~data~~* (informação ou dados), isto assegura que uma nova instrução pode ser executada em cada ciclo de relógio, em que elimina todos os estados de espera, quando não ha instruções prontas a executar. Nos micro-controladores ~~da~~ do AVR, os barramentos estão configurados de forma a dar prioridade ao barramento das instruções do (*Communications Processor Unit (CPU)* ) acesso à memoria flash, enquanto o barramento da CPU de dados tem prioridade de acesso à ~~a~~ *Static Random-Access Memory (SRAM).* O espaço de memoria de dados é dividida em três (o que????, Espaços), os General Purpose Registers (GPR) as *Special Function Registers (SFR)* ou memoria de I/O e a data *SRAM*. Os micro-controladores da *AVR* utiliza uma arquitetura de instruções *Reduced Instruction Set* Computer ou Reduced COMPLEXITY Instruction Set Computer (RISC) que reduz a complexidade dos circuitos na codificação de cada instrução. Dai que os micro-controladores que se baseiam nestes tipos de arquitetura são sinonimo de código reduzido, alta performance e baixo consumo energético.