

APÊNDICE C – APÊNDICE C

C.1 REFLOW-OVEN (FORNINHO)

Para realizar a solda dos componentes foi criado um forno de refusão caseiro. Um forno de refusão, ou reflow oven, é um equipamento utilizado para fundir e soldar componentes eletrônicos em placas de circuito impresso (PCBs). Os fornos de refusão comerciais são caros e podem não estar acessíveis para todos os entusiastas de eletrônica. No entanto, é possível construir um forno de refusão caseiro com peças facilmente encontradas e a um custo acessível.



Figura 56 – Forno construído para solda das PCBs

Antes de construir um forno de refusão caseiro, é importante entender os princípios

básicos de como ele funciona. Os componentes eletrônicos são soldados nas PCBs usando pasta de solda, que contém ligas metálicas que se fundem a temperaturas específicas. O forno de refusão é aquecido a uma temperatura específica e mantido nessa temperatura por um período de tempo, permitindo que a pasta de solda derreta e as soldas sejam formadas.

Para construir um forno de refusão caseiro, foi utilizado um forno convencional de cozinha com controle de temperatura, um termopar, um controlador de temperatura, um relé de estado sólido. O forno de cozinha será modificado para se tornar um forno de refusão, com o termopar conectado ao controlador de temperatura para medir a temperatura dentro do forno.

O relé de estado sólido é utilizado para controlar a energia que é fornecida ao forno, e o ventilador é usado para garantir que o ar quente circule uniformemente dentro do forno, evitando áreas de temperatura mais elevada ou mais baixa. O forno construído pode ser visto na Figura 56. Toda a parte de código implementada e PCB está disponível para uso no repositório (ARBUGERI, 2023), dentro da pasta 05 Forninho.

C.2 TÉCNICA DE CONTROLE

O controle utilizado para para controle da temperatura do forno foi o controle usando preditor de smith. O controle preditor de Smith, também conhecido como controle preditivo de Smith ou simplesmente controle preditor, é uma técnica de controle avançado que é usada em processos industriais para melhorar o desempenho do sistema de controle.

O controle preditor de Smith foi desenvolvido por Smith em 1957, e é baseado em um modelo matemático do processo controlado que é utilizado para prever o comportamento futuro do sistema. Ele utiliza um modelo de predição para calcular a saída futura do processo, com base nas entradas futuras. Essas previsões são então usadas para calcular a ação de controle necessária para alcançar a saída desejada.

O controle preditor de Smith é particularmente útil em sistemas com atrasos, que são comuns em processos industriais. Os atrasos podem ser causados por uma variedade de fatores, como a inércia do sistema, o tempo de resposta dos sensores e atuadores, ou o tempo de transferência dos materiais dentro do processo. Esses atrasos podem dificultar a estabilidade e a precisão do sistema de controle.

O controle preditor de Smith funciona ajustando a resposta do sistema para compensar os atrasos, de modo que a saída do processo corresponda à saída desejada. Ele também é capaz de lidar com perturbações no processo, como mudanças na carga ou na temperatura.

O controle preditor de Smith é geralmente implementado em sistemas de controle de malha fechada, onde a saída do processo é comparada com a saída desejada e, em seguida,

a ação de controle é ajustada de acordo. Ele é frequentemente utilizado em aplicações de controle de processos, como na indústria química, na produção de energia e em processos de manufatura.

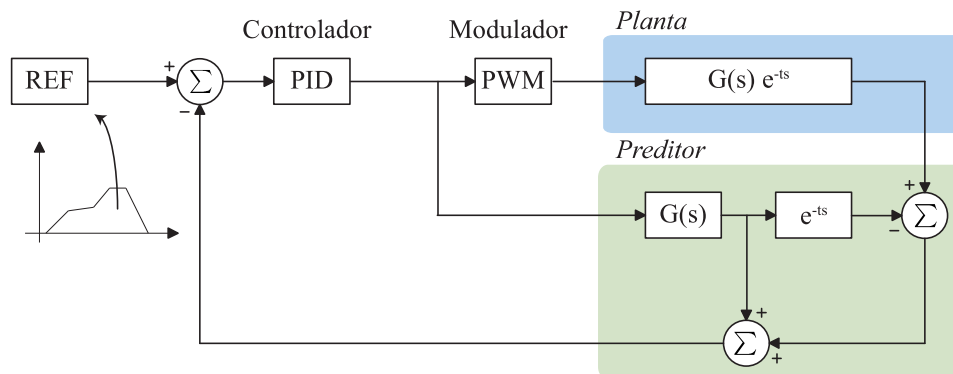


Figura 57 – Controle de temperatura usando preditor de smith

C.3 SOFTWARE DE CONTROLE

O controle do forno de refusão pode ser implementado em um Arduino usando um código simples e eficaz. O código deve incluir funções para ler a temperatura do forno usando um termopar e um controlador de temperatura usando máquina de estados, ajustar a potência fornecida ao forno usando um relé de estado sólido. O código desenvolvido está disponível no repositório (ARBUGERI, 2023).

C.4 APLICATIVOS USANDO PYTHON

Um aplicativo de monitoramento e plotagem foi criado para acompanhar o desempenho do forno de refusão controlado pelo Arduino. O aplicativo é usado para exibir informações sobre a temperatura do forno e outros parâmetros importantes em tempo real, permitindo que o operador monitore o processo de soldagem e faça ajustes conforme necessário. O código desenvolvido está disponível no repositório (ARBUGERI, 2023). Nas figuras apresentadas em 58, 59 e 60.

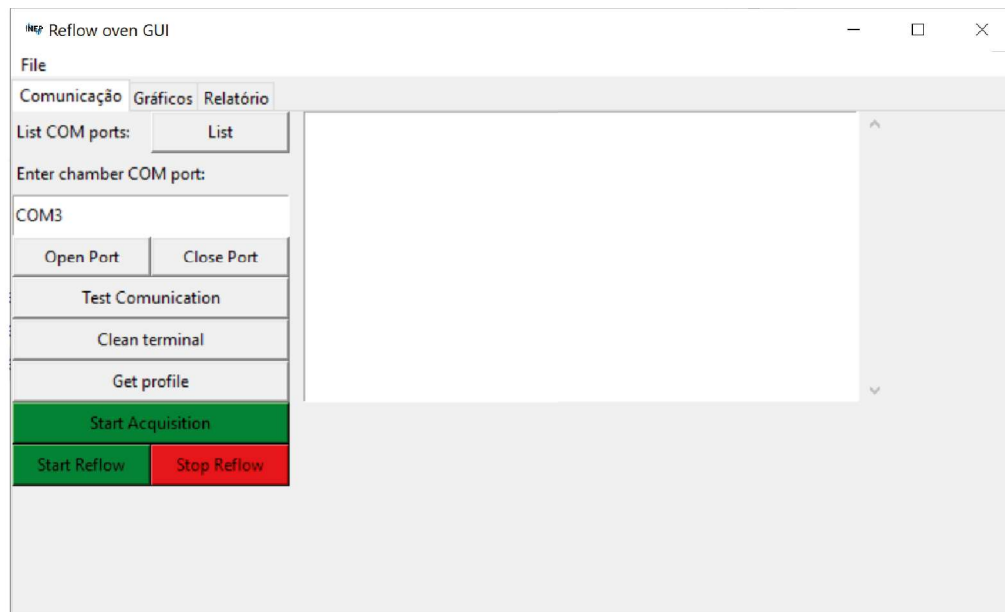


Figura 58 – Página 1 do aplicativo de monitoração implementado em python.

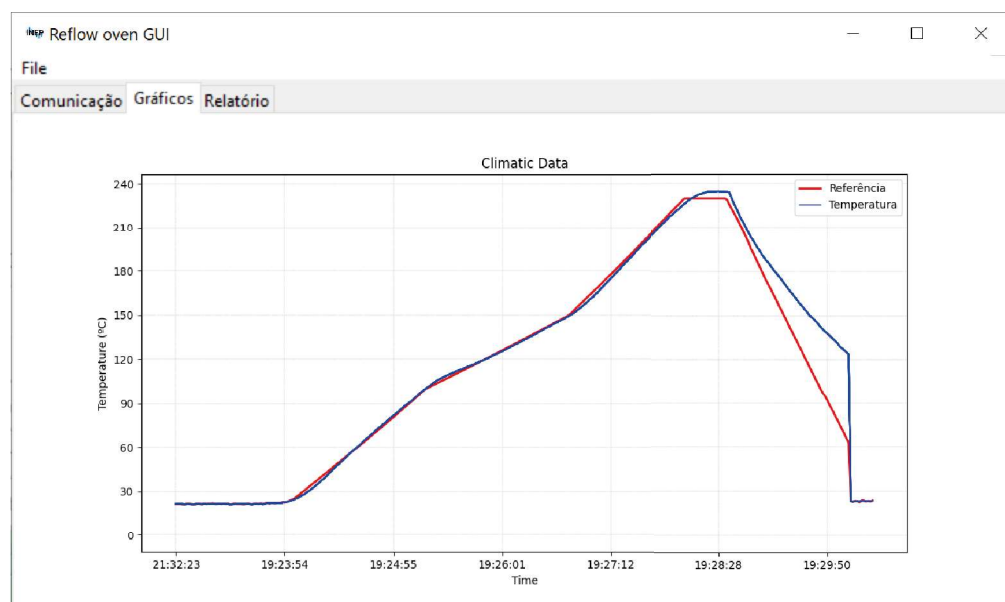


Figura 59 – Página 2 do aplicativo de monitoração implementado em python.

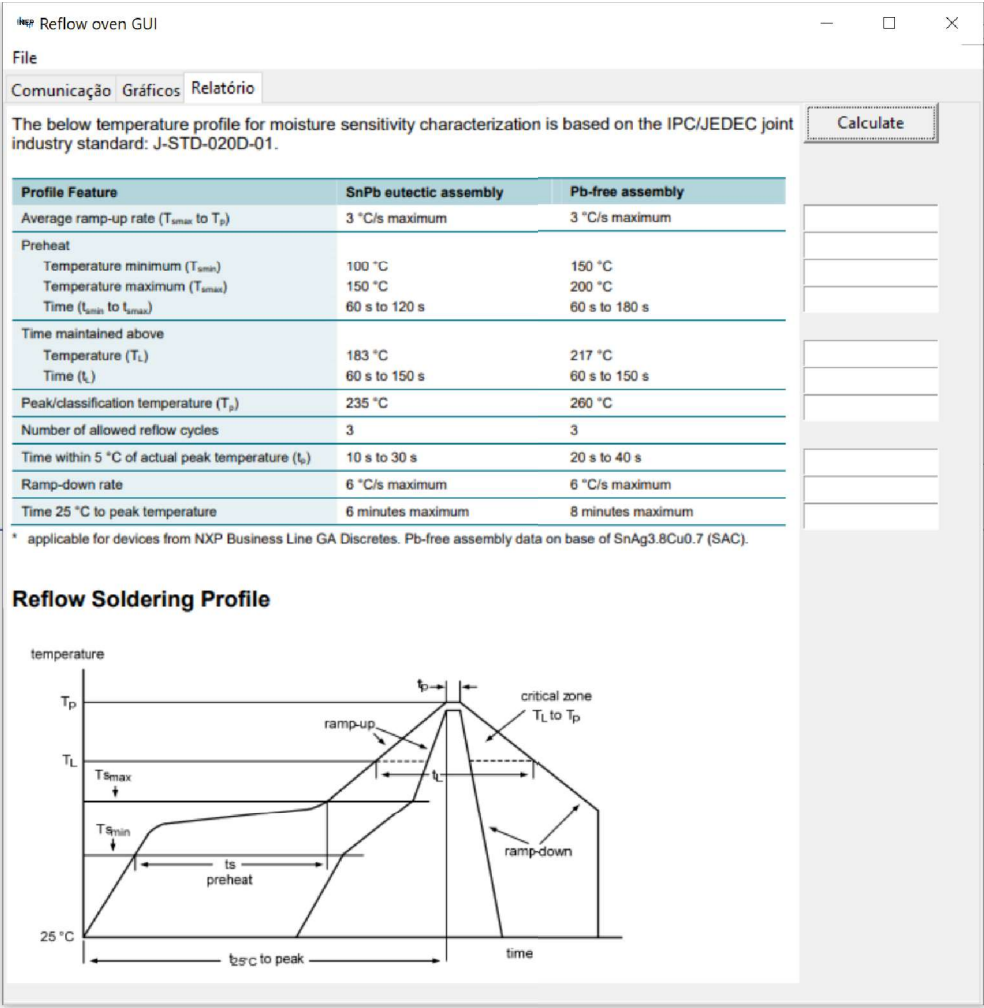


Figura 60 – Página 3 do aplicativo de monitoração implementado em python.