

Trabalho 

**Título em Português:** Automação e interfaceamento de equipamentos de laboratório de pesquisa

**Título em Inglês:** Automation and interfacing of laboratory equipments

**Autor:** Iago Ferreira de Moraes

**Instituição:** Universidade de São Paulo

**Unidade:** Instituto de Física de São Carlos

**Orientador:** Emanuel Alves de Lima Henn

**Área de Pesquisa / SubÁrea:** Física Atômica e Molecular

**Agência Financiadora:** USP - Programa Unificado de Bolsas

## AUTOMAÇÃO E INTERFACEAMENTO DE EQUIPAMENTOS DE LABORATÓRIO DE PESQUISA

Iago Ferreira de Moraes

Prof. Dr. Emanuel Alves de Lima Henn

Instituto de Física de São Carlos

iagoferreirademoraes@usp.br

### Objetivos

Este projeto tem como objetivo central a automação e a implementação de uma interface computacional de diversos equipamentos do laboratório de pesquisa, sendo eles: transladador de precisão, fontes de corrente e lasers de fibra. Isso com foco na integração dos equipamentos junto a um experimento de Física Atômica e Molecular.

### Métodos e Procedimentos

A construção da interface computadorizada de equipamentos deve partir da ideia de que, ao criá-la, estamos induzindo a comunicação entre o computador e o instrumento. Sendo assim, é fundamental estabelecer parâmetros para saber se o processo de comunicação está acontecendo de maneira correta, ou não. E para isso precisamos (i) criar um canal de comunicação; (ii) estabelecer as portas para conexão desse canal; (iii) definir qual a linguagem que os comandos deverão ser enviados para que então a estrutura de comando seja construída de forma a fornecer valores em formatos compatíveis com aqueles que os equipamentos respondem; e por fim, (iv) esperar a resposta do equipamento para saber

se há consistência entre o comando enviado e a tarefa desenvolvida, conforme ilustrado na figura 1.

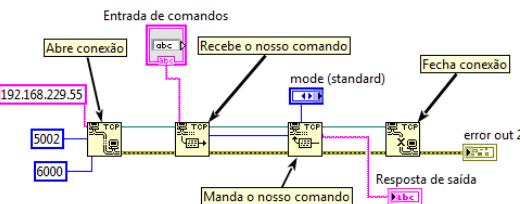


Figura 1: Consolidação da comunicação.

Com isso, para preservar a rotina do laboratório, é necessário que todos os objetos sejam interfaceados pela linguagem de programação LabVIEW, uma vez que outros equipamentos já possuem interface pronta nesta linguagem, como no caso do célula de efusão. Logo, além de padronizar os equipamentos, por possuir uma interface visual, fica mais fácil construir um código com a informação suficientemente necessária para a manipulação dos instrumentos.

E aqui constatam-se os primeiros passos do projeto: entender a programação no LabVIEW, o funcionamento dos equipamentos e criar a estrutura do código para envio dos comandos necessários para cada um, individualmente.

## Resultados

- **Transladador**

A linguagem dos comandos para este aparelho são enviados em ASCII, o que exige a concatenação de *strings* para completar uma tarefa inteira, que é enviada para a sub-VI responsável pelo envio das informações ao equipamento.

Na figura 2, um looping de movimento está sendo criado; há controle de duas posições, do tempo de espera em cada uma e da velocidade em que a plataforma assume o movimento entre os dois pontos.

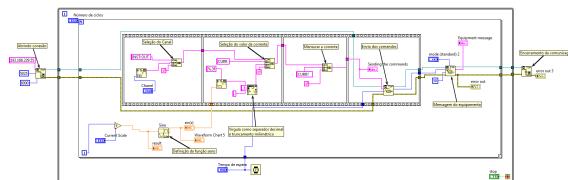


Figura 2: Formatação dos comandos para o transladador

- **Gerador de corrente**

Para o gerador de corrente, a linguagem dos comandos é dada pelo SCPI, que é fundamentada na estrutura do ASCII, mas com a estrutura sintática um pouco diferente e significados também previamente estabelecidos pela corporação. Sendo assim, para este equipamento a concatenação de strings e valores associados também deve ser feita. O principal objetivo é alterar os valores de corrente de acordo com uma função temporária específica que sejamos capazes de definir, e foi escolhida uma função seno para o desenvolvimento da estrutura lógica geral, conforme a figura 3.

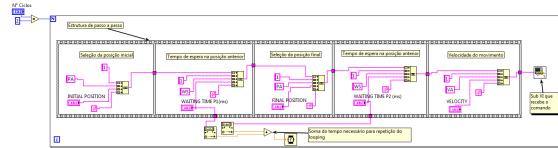


Figura 3: Formatação dos comandos para o gerador de corrente

- **Laser de fibra**

O processo de automação deste equipamento é feito de forma similar a dos outros equipamentos, nos quais está sendo utilizado o protocolo TCP-IP, mas a linguagem usada é binário. Com isso, até o presente momento não foi possível estabelecer uma comunicação efetiva em que o equipamento aceita os comandos enviados pela interface do LabVIEW, há apenas o software fornecido pela empresa, o qual já funciona através dos protocolos TCP-IP.

## Conclusões

Em suma, conseguimos avançar de maneira satisfatória com o que havíamos planejado para o transladador e o gerador de corrente. Entretanto, para o laser de fibra, devido a linguagem em binário, não foi possível fazer a manipulação correta dos comandos. Apesar de que agora, o uso do hexadecimal apresenta uma alternativa bastante promissora. Por fim, um dos outros objetivos do projeto foi a comunicação via protocolo tcp-ip, que foi instaurada com êxito em todos os equipamentos, tornando possível controlá-los através dos softwares que as companhias disponibilizam, ainda que o ideal seja por meio do LabVIEW.

## Agradecimentos

Gostaria de expressar meu sincero agradecimento ao CEPOF e ao Programa Unificado de Bolsas da USP pelo apoio e pela oportunidade de participar deste projeto. A

dedicação e os recursos fornecidos por ambas as instituições foram fundamentais para o desenvolvimento deste projeto.

## Referências

Newport Corporation. ESP302-Programmer's Manual. Newport Corporation. Irvin, CA, 2019.

Newport Corporation. Star-Up Manual. Newport Corporation. Irvin, CA, 2019.

Rohde e Schwarz. Remote Control via SCPI. Disponível em: [https://www.rohde-schwarz.com/webhelp/Remote\\_Control\\_SCPI\\_HTML\\_GettingStarted/Content/welcome.htm](https://www.rohde-schwarz.com/webhelp/Remote_Control_SCPI_HTML_GettingStarted/Content/welcome.htm). Acesso em: 17 maio 2024. 2023.

Rohde Schwarz. Power Supply Series User Manual. Rohde Schwarz. Muehldorfstr. 15, 81671 Muenchen, Germany, 2018.

## AUTOMATION AND INTERFACING OF RESEARCH LABORATORY EQUIPMENT

Iago Ferreira de Moraes

Prof. Dr. Emanuel Alves de Lima Henn

São Carlos Institute of Physics

iagoferreirademoraes@usp.br

### Objectives

The main objective of this project is to automate and develop a computational interface for a range of research laboratory equipment, including a motion controller, current sources, and fiber lasers. The focus is on seamlessly integrating these devices into an Atomic and Molecular Physics experiment.

### Materials and Methods

The development of the computerized interface for the equipment should be based on the premise that we are facilitating communication between the computer and the instrument. It is crucial to establish parameters to ensure that this communication process is functioning correctly. To achieve this, we must (i) create a communication channel; (ii) define the ports for connecting this channel; (iii) determine the language in which commands should be sent, ensuring that the command structure is built to provide values in formats compatible with the equipment's responses; and finally, (iv) await the equipment's response to confirm consistency between the command sent and the task performed, as illustrated in Figure 1.

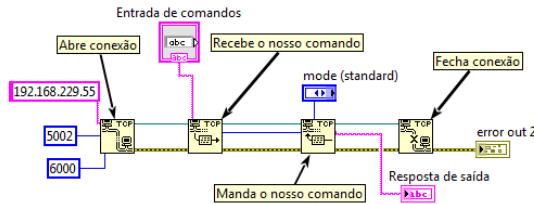


Figure 1: Establishing communication.

To ensure consistency in the laboratory's workflow, it is essential to interface all devices using the LabVIEW programming language, as other equipment, such as the effusion cell, already utilizes an interface developed in this language. This approach not only standardizes the equipment but also leverages LabVIEW's visual interface to simplify the construction of code with the necessary information for effective instrument operation.

The initial steps of the project, therefore, involve gaining proficiency in LabVIEW programming, understanding the functionality of the equipment, and developing the code structure to send the appropriate commands to each device individually.

### Results

- Motion Controller

The command language for this device utilizes ASCII, necessitating the concatenation of strings to perform a task. This concatenated string is subsequently sent to the sub-VI responsible for relaying the information to the equipment.

Figure 2 illustrates the creation of movement loop, which manages two positions, the duration of the wait time at each position, and the speed at which the platform moves between the two points.

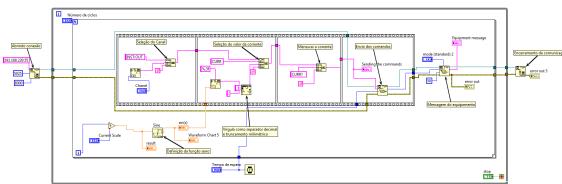


Figura 2: Formatação dos comandos para o transladador

#### • Current Supply

For the current generator, the command language is based on SCPI, which is built on ASCII but features a distinct syntactic structure and predefined meanings established by the company. Consequently, string concatenation and value association are necessary for this equipment. The primary goal is to adjust the current values according to a specified time function, and a sine function was selected for developing the overall logical structure, as illustrated in Figure 3.

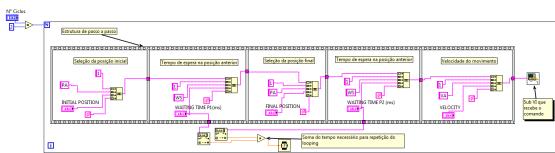


Figura 3: Formatação dos comandos para o gerador de corrente

#### • Fiber Laser

The automation process for this equipment follows a similar approach to that of other devices utilizing the TCP-IP protocol; however, it employs binary language. Consequently, an effective communication link where the equipment accepts commands via the LabVIEW interface has not yet been established. At the present, only the software provided by the company, which functions through TCP-IP protocols, is operational.

## Conclusions

In summary, we have achieved satisfactory progress with the precision translator and the current generator as planned. However, the binary language used by the fiber laser has hindered our ability to correctly manipulate its commands. Fortunately, the adoption of hexadecimal now offers a promising alternative. Additionally, one of the project's goals was to establish communication via the TCP-IP protocol, which has been successfully implemented across all equipment. This setup allows for control throughout the software provided by the company, although the ideal solution remains integrating with LabVIEW.

## Acknowledgement

I would like to express my sincere gratitude to CEPOF and the USP Unified Scholarship Program for their support and the opportunity to contribute in this project. The commitment and resources provided by both institutions were instrumental in the successful development of this work.

## References

Newport Corporation. ESP302-Programmer's Manual. Newport Corporation. Irvin, CA, 2019.

Newport Corporation. Star-Up Manual. Newport Corporation. Irvin, CA, 2019.



Rohde e Schwarz. Remote Control via SCPI.  
Rohde Schwarz. Muehldorfstr. 15, 81671  
Muenchen, Germany, 2018.

Rohde Schwarz. Power Supply Series User  
Manual. Rohde Schwarz. Muehldorfstr. 15,  
81671 Muenchen, Germany, 2018.