الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Département : Génie électrique Et Informatique Industrielle

Mémoire de projet de fin d'études

pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en électronique

Spécialité systèmes embarqués

Etude et mise en œuvre d'une plateforme de travaux pratiques à distance. Application aux TP d'électronique analogique.

Réalisé par

Skender Asma
Yahiaoui Nour el houda

Présent(e) et soutenue publiquement le (06 / 07 / 2023)

Composition du Jury :

Président	Kerrouchi Slimane	Professeur	ENST
Promoteur	Zaoui Abedelhalim	Professeur	ENST
Co-encadrant	Bouchachi Islem	Maitre de conferences Classe B	ENST
Examinateur	Haraoubia Brahim	Professeur	ENST
Examinateur	Habani Lamia	Maitre assistante Classe A	ENST

Année universitaire 2022 –2023

Dédicace

Ce modeste travail est dédié à tous ceux qui ont cru en moi,
Ma mère, toi qui m'a soutenu et encouragé tout au long de ce parcours.
Mon père, toi qui a toujours été à mes cotes pour me protéger et qui m'a apporté un soutien inconditionnel.
Mon grand frère, tu étais et tu es toujours devant moi et ma source de force pour continuer m'encourager à poursuivre mes rêves.
Mon petit frère, toi qui m'a toujours regardé avec admiration et m'a pris comme repère à suivre .Je serai toujours là pour te soutenir.

Je vous remercie pour tous les efforts, pour vos sacrifices depuis toujours.
Que dieu vous accorde bonne santé et longue vie.
Ma copine, je suis honorée de vous avoir à mes côtés, et je suis reconnaissante pour chaque moment partagé, que nos liens perdurent et continuent de grandir au fil des années.
À mes deux amis proches, qui avaient toujours été là pour moi, dans les bons moments comme dans les mauvais.
À mes chers amis, je vous remercie d'avoir cru en moi.

Yahiaoui Nour el houda

Dédicace

Je dédie ce travail à tous ceux qui ont eu confiance en moi. à moi-même, je dis bravo et je m'engage à poursuivre cette quête de connaissance et d'épanouissement. à mes parents, mes premiers enseignants et mes guides constants. à mon professeur de lycée qui a été l'inspiration derrière mon choix de spécialité, à ma famille aimante.

Votre présence et votre soutien ont été essentiels pour mon parcours académique.

Merci du fond du cœur.

Skender Asma

Remerciement

Nous souhaitons exprimer notre profonde gratitude à Allah pour nous avoir donné la force et la détermination nécessaires pour mener à bien ce mémoire de fin d'études.

Nous remercions sincèrement nos encadrants, M bouchachi et M zaoui , pour leur précieux soutien, conseils et disponibilité tout au long de ce projet. Leur accompagnement a été d'une grande aide pour notre réussite.

Nous exprimons notre reconnaissance envers nos familles, nos parents. Leur amour, patience et encouragement ont été sources d'inspiration.

Enfin, nous adressons nos remerciements à toutes les personnes ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire.

Skender Asma et Yahiaoui Nourelhouda

Liste des abréviations

ARM *Advanced RISC Machines processor*

Bash *UNIX shell and command language*

CSS *Style sheet language*

CSI *Camera Serial Interface*

DOM *Document Object Mode*

DNS *Domain Name System)*

Ethernet *Family of computer networking technologies*

GitHub *Platform for sharing code*

GPIO *General-purpose Input/Output*

Ground *Integrated circuit power-supply*

GUI *Graphical User Interface*

HTTP *Hypertext Transfer Protocol*

JS *Tava script*

JSON *JavaScript Object Notation*

OS *Operating System*

LCR METER *Inductance, Capacitance, Resistance (meter)*

npm *node-package-manage*

PHP *Hypertext Preprocessor*

SD *Secure Digital*

SPDT *Single Pole Double Throw.*

SSH *Secure shell*

URL *Uniform Resource Locator*

ملخص

الهدف من هذا العمل البحثي كان إنشاء منصة مبتكرة للاعمال التطبيقية عن بُعد في مجال الإلكترونيات. تتيح هذه المنصة للطلاب الوصول إلى واجهة ويب تفاعلية حيث يمكنهم اختيار مجموعة متنوعة من الاعمال التطبيقية ، وإجراء التجارب، وأخذ القياسات، وتقديم إجاباتهم. من خلال هذه المنصة، يمكن للطلاب الاستفادة من تجربة تعلم عملية وشاملة، واستكشاف مفاهيم مختلفة في مجال الإلكترونيات، وتطوير مهاراتهم، كل ذلك بمرونة وسهولة في الوصول. بالإضافة إلى ذلك، يتم مراعاة أمان المستخدمين وسرية بياناتهم من خلال نظام موثوقية المصادقة . في الختام، تمثل هذه المنصة للاعمال التطبيقية عن بُعد تقدمًا كبيرًا في تعليم الإلكترونيات، وتوفر للطلاب طريقة تفاعلية وعملية جديدة للتعلم والتجربة.

الكلمات المفتاحية : الإلكترونيات، منصة مبتكرة، الاعمال التطبيقية، التعلم عن بُعد، تجربة تعلم، واجهة ويب تفاعلية، قياسات، مهارات، سرية البيانات، نظام المصادقة .

Résumé

L'objectif de ce travail est de mettre en place une plateforme innovante de travaux pratiques en électronique à distance. Cette plateforme permet aux étudiants d'accéder à une interface web interactive où ils peuvent choisir parmi une variété de travaux pratiques, effectuer des expérimentations, réaliser des mesures et soumettre leurs réponses. Grâce à cette plateforme, les étudiants peuvent bénéficier d'une expérience d'apprentissage pratique et immersive, explorer différents concepts en électronique et développer leurs compétences, le tout avec une flexibilité et une accessibilité accrues. De plus, la sécurité et la confidentialité des utilisateurs sont prises en compte grâce à un système d'authentification sécurisé des données transmises. cette plateforme de travaux pratiques à distance constitue une avancée majeure dans l'enseignement de l'électronique, offrant aux étudiants une nouvelle façon interactive et pratique d'apprendre et d'expérimenter.

Mots clés : électronique, Plateforme innovante, travaux pratiques, enseignement a distance, expérimentations a distance, interface web, mesures, flexibilité, accessibilité, sécurité, confidentialité.

Abstract

The goal of this project was to develop an innovative platform for remote practical work in electronics. This platform allows students to access an interactive web interface where they can choose from a variety of practical assignments, perform experiments, take measurements, and submit their responses. Through this platform, students can benefit from a hands-on and immersive learning experience, explore different concepts in electronics, and develop their skills, all with increased flexibility and accessibility. Furthermore, user security and privacy are addressed through a secure authentication system . this remote practical work platform represents a significant advancement in electronics education, providing students with an interactive and practical way to learn and experiment.

The keywords :electronics, Innovative platform, remote education , practical work, remote experiments, web interface , measurements, flexibility, accessibility, security, privacy.

Table des matières

Introduction générale **2**

1 Généralités **4**

1.1 Introduction 5

1.2 Historique et évolution de l'e-learning 5

1.3 Définition de e-learning 6

1.4 Les Plateformes e-Learning 6

1.5 Exemples de plateformes d'e-learning 7

1.5.1 Udemy 7

1.5.2 Moodle 8

1.5.3 LMS 8

1.6 Les travaux pratiques 8

1.6.1 Les visées éducatives 9

1.7 Les limites des travaux pratiques classiques 9

1.8 Les travaux pratiques à distance 10

1.8.1 la Différence entre TP distant et TP virtuel 10

1.8.2 Différence entre TP classique et TP à distance 10

1.8.3 L'avantage d'un TP à distance 11

1.9 Exemples des plates formes des TP à distance 12

1.9.1 NetLab 12

1.9.2 ILab 12

1.10 Conclusion 14

2 Architecture de système **15**

2.1 Introduction 16

2.2 Aperçu général du système 16
2.3 Architecture matérielle 17
2.3.1 Raspberry Pi 17
2.3.2 Red-Pitaya 20
2.3.3 La matrice de commutaion 23
2.3.4 Carte de TP 23
2.4 Architecture logicielle 24
2.4.1 Front-end 25
2.4.2 Back-end 27
2.4.3 La communication des données client-serveur 28
2.5 Conclusion 29

3 Implémentation 30
3.1 Introduction 31
3.2 Carte de TP 31
3.2.1 Schéma électrique de la carte de TP 32
3.2.2 Schéma du PCB de la carte de TP généré 33
3.2.3 Réalisation du circuit imprimé 34
3.3 Création de page web 39
3.3.1 Le backend 39
3.3.2 Le front end 43
3.4 Conclusion 46

4 Résultats et discussions 48
4.1 Introduction 49
4.2 Description des TP 49
4.2.1 Etude des circuits RC 49
4.2.2 Etude de diode 50
4.3 Manipulation à distance des travaux pratiques 51
4.3.1 Méthodologie 51
4.4 Résultats 53
4.5 Discussion : 57
4.6 Conclusion : 57

Conclusion **59**

Table des figures

1.1 Plate-forme Udemy 7
1.2 Plate-forme moodle 8
1.3 TP distant 10
1.4 Architecture de NetLab 13
1.5 iLAB WebLab java client 13

2.1 Architecture système 18
2.2 Raspberry pi 19
2.3 Port GPIO 20
2.4 Red Pitaya STEMlab 125-10 21
2.5 GPIO de Red Pitaya 22
2.6 L'interface web de Red Pitaya 22
2.7 Relais électromagnétique 23
2.8 Switch numérique 4066 24
2.9 Schéma d'interaction entre le front-end et le back-end. 25
2.10 Connection http 28

3.1 Manipulation d'un filtre RC. 31
3.2 Visualisation d'un tp rc par red pitaya 32
3.3 Schéma électrique de circuit RC sous proteus 33
3.4 Conception de PCB RC sous ARES. 34
3.5 Circuit Imprimé RC 35
3.6 circuits RC 35
3.7 circuits CR 36
3.8 Le schéma du 4066 montrant l'un des quatre commutateurs identiques . . . 37
3.9 La solution proposée. 38

3.10 Conception de PCB diode sous ARES 38
3.11 Conception de PCB diode sous ARES 39
3.12 Les modules de serveur 40
3.13 Multer et express-session 40
3.14 Data files 41
3.15 La fonction generate Combination Code 41
3.16 Les pins GPIO 42
3.17 Le port 42
3.18 Page d'accueil 44
3.19 La page d'administrateur 44
3.20 La page de GEII et l'authentification 45
3.21 Schéma fonctionnel de la page web. 46

4.1 Carte tp RC. 50
4.2 Carte tp diodes. 51
4.3 Connection à un réseau privé virtuel (VPN) 52
4.4 Lien. 52
4.5 Matériel utilisé dans notre système 53
4.6 Résultat final du circuit d'une diode 54
4.7 Résultat finale du circuit d'une diode zener. 54
4.8 Résultat finale du circuit d'une diode zener avec condensateur. 55
4.9 Exemplaires des comptes rendus de lapremière carte. 55
4.10 Les comptes rendus 56
4.11 La page d'administrateur 56
12 Raspberry pi imager 1
13 putty 2
14 VNC 2
15 Connection de red piataya 4
16 L'oscilloscope 5
17 Cas du redressement simple alternance 6
18 Etude d'une diode bipolaire. 6
19 Etude d'une diode avec un condensateur 7

Liste des tableaux

2.1 Les principaux composants de Red-Pitaya. 21
2.2 Les différents ports de connexion de Red-Pitaya. 21

3.1 Combinaisons possibles avec la carte TP RC 36

Introduction générale

Introduction générale

L'enseignement supérieur dans les domaines de la technologie et des sciences a toujours nécessité une approche pratique et expérientielle pour compléter les connaissances théoriques acquises en classe. Les travaux pratiques (TP) sont donc une partie importante du cursus pour les étudiants en électronique. Traditionnellement, ces TP sont réalisés en présentiel dans des laboratoires équipés de matériels et d'outils nécessaires. Cependant, l'avènement de la technologie numérique a permis d'envisager une alternative à ces TP en présentiel : la conception d'un TP à distance. [1]

Dans ce contexte, la conception d'un TP à distance pour les étudiants en électronique est une solution pour continuer à assurer la qualité de l'apprentissage sans que les étudiants aient besoin d'être physiquement présents dans un laboratoire. Cela offre également une solution pour les étudiants qui ne peuvent pas se rendre physiquement à l'université en raison de contraintes géographiques ou de disponibilité.

La mise en place d'un TP à distance en électronique nécessite une réflexion sur les méthodes d'enseignement et les outils à utiliser pour assurer la qualité de l'apprentissage. Cela nécessite également des compétences et des connaissances spécifiques dans le domaine de l'ingénierie pédagogique et de la conception de contenus d'apprentissage.

Notre objectif dans ce mémoire est de fournir une solution pratique aux universités qui cherchent à proposer des travaux pratiques à distance pour les étudiants en électronique en abordant les différentes techniques, étapes et outils utilisés pour la réalisation du prototype. En effet, cette alternative est particulièrement pertinente dans le contexte actuel où la mobilité est limitée et où les universités doivent s'adapter à de nouvelles conditions d'enseignement.

Notre mémoire est organisé en quatre chapitres :
Le premier chapitre présente un état de l'art sur l'enseignement et l'apprentissage en ligne et les plate-formes de e-learning.
Le deuxième chapitre traite le côté conceptuel de notre futur système. Nous présentons son

architecture matérielle, globale et fonctionnelle. Puis, nous détaillons chaque composant, son rôle et sa relation avec les autres éléments. Nous exposons également la partie logicielle. Dans le troisième chapitre, nous présentons les outils d'implémentation. Dans le chapitre 4 nous présentons les résultats .

Nous terminerons notre mémoire avec une conclusion et des perspectives.

Chapitre 1

Généralités

1.1 Introduction

L'enseignement supérieur cherche de plus en plus à préparer les étudiants en ingénierie à relever les défis futurs en utilisant des approches riches en contexte, telles que l'apprentissage par l'expérimentation, qui peut être réalisé en laboratoire physique, virtuel ou à distance. Les étudiants doivent être activement engagés pour maximiser leur apprentissage et transférer leurs connaissances théoriques à la pratique.L'avis des étudiants a été recueilli sur deux aspects liés à l'éventualité de mener des travaux pratiques à distance. Il leur a tout d'abord été demandé s'ils estimaient qu'il était possible de faire des travaux pratiques à distance. Si 22 pourcent répondent que c'est absolument impossible, 71 pourcent l'envisagent favorablement pour certains TP ou certaines disciplines. [2]

Dans ce chapitre, nous aborderons les fondements et les concepts clés liés au domaine de l'e-learning et, plus spécifiquement, aux travaux pratiques à distance. Ce chapitre vise à établir une base solide en explorant l'évolution de l'e-learning, en définissant les principaux termes et en mettant en évidence les avantages des travaux pratiques à distance.

Enfin, nous conclurons ce premier chapitre en donnant quelques exemples sur les plateformes des TP à distance existants.

1.2 Historique et évolution de l'e-learning

Le développement du e-learning remonte au début des années 1960, lorsque des programmes informatiques ont été utilisés pour dispenser des cours à distance aux étudiants. Dans les années 70, les travaux en sciences cognitives et l'évolution des techniques informatiques en intelligence artificielle contribuaient à l'apparition de l'EIAO (Enseignement Intelligent Assisté par Ordinateur), renvoyant à l'idée qu'on devait utiliser en EAO des techniques de représentation des connaissances. L'objectif visé était avant tout une adaptation à l'apprenant, fondée sur l'analyse de son interaction avec la machine. [3]

Dans les années 80 et 90, avec l'avènement de l'Internet grand public, le e-learning a commencé à se développer rapidement. Les universités ont commencé à proposer des cours en ligne à distance, et les plateformes de formation en ligne ont commencé à se développer, offrant des options plus avancées pour l'apprentissage en ligne. Les cours étaient souvent livrés en utilisant des technologies multimédias telles que la vidéo et l'audio, ainsi que des outils interactifs tels que les forums de discussion.

Le e-learning a connu une croissance exponentielle dans les années 2000 grâce aux améliorations des technologies de l'information et de la communication. L'arrivée de la pandémie de COVID-19 en 2020 a provoqué une accélération significative du développement du e-learning. Avec la fermeture des établissements d'enseignement dans le monde entier, les éducateurs ont dû s'adapter rapidement aux plateformes de e-learning pour assurer la continuité pédagogique.

1.3 Définition de e-learning

le e-learning renvoie à un ensemble d'environnements éducatifs dont une des grandes caractéristiques est d'utiliser des technologies multimédias et l'Internet, pour améliorer la qualité de l'apprentissage en facilitant l'accès à des ressources et des services, ainsi que les échanges et la collaboration à distance [4].

Le système d'enseignement à distance est un modèle éducatif qui se caractérise par l'absence de contact physique entre l'enseignant et l'apprenant, nécessitant l'utilisation des technologies de l'information et de la communication (TIC) telles que la visioconférence, les conférences en ligne et les cours à distance. Dans ce type d'enseignement, la présence physique de l'étudiant n'est pas nécessaire.

1.4 Les Plateformes e-Learning

Une plate-forme pédagogique est un logiciel qui assiste la conduite des formations présentielles et à distance. Elle est basée sur des techniques de travail collaboratif et regroupe les outils nécessaires aux trois principaux acteurs de la formation : apprenant, tuteur, administrateur. Elle fournit à chaque acteur un dispositif qui a pour première finalité l'accès à distance au contenu pédagogique, l'auto apprentissage, l'autoévaluation et le télé tutorat via l'utilisation des moyens de travail et de communication à plusieurs : visioconférence, e-mail, forums, chats, annotations, etc.[5]

Une plateforme d'e-learning doit généralement remplir les fonctions suivantes :

1-Fournir un accès en ligne aux contenus pédagogiques.

2-Offrir des fonctionnalités d'auto-évaluation et de suivi des progrès, afin que les tuteurs puissent mesurer l'avancement et bien évaluer les apprenants.

3-Fournir des outils de gestion de la formation pour les administrateurs, afin qu'ils puissent

gérer les inscriptions, les plannings, les évaluations et les rapports sur l'avancement des apprenants.
4-Assurer la sécurité des données des utilisateurs et des contenus pédagogiques.
5-Offrir une expérience d'utilisation intuitive et conviviale, pour que les apprenants puissent naviguer facilement dans la plateforme et trouver les informations dont ils ont besoin.

1.5 Exemples de plateformes d'e-learning

Nous allons maintenant donner une brève présentation de quelques plateformes d'e-learning qui ont été sélectionnées parmi de nombreux dispositifs disponibles sur le marché de la formation en ligne.

1.5.1 Udemy

Udemy est une plateforme populaire qui offre une variété de solutions d'e-learning, proposant plus de 213 000 cours vidéo en ligne. Cette plateforme éducative compte plus de 40 millions d'étudiants, 50 000 instructeurs et des experts en la matière créant des cours en ligne.

Udemy rend la création de cours accessible à tous avec la possibilité d'acquérir de nouvelles compétences. Pour cela, elle offre une gamme de matériaux d'apprentissage en ligne comprenant des documents PDF, des présentations PowerPoint, du texte et du contenu vidéo, entre autres.

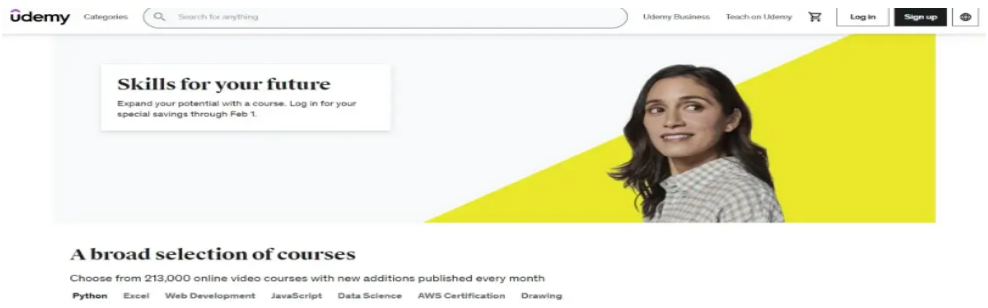


FIGURE 1.1 – Plate-forme Udemy

1.5.2 Moodle

Moodle est une plateforme de gestion de l'apprentissage gratuite et open-source. Moodle a été conçu par un groupe de développeurs et offre une gamme d'outils de glisser-déposer et de ressources utiles qui peuvent aider l'utilisateur quotidien. La plateforme est traduite en plus de 95 langues et alimente des environnements d'apprentissage dans le monde entier. Techniquement parlant, Moodle utilise le langage de programmation PHP et s'appuie sur une base de données MySQL.

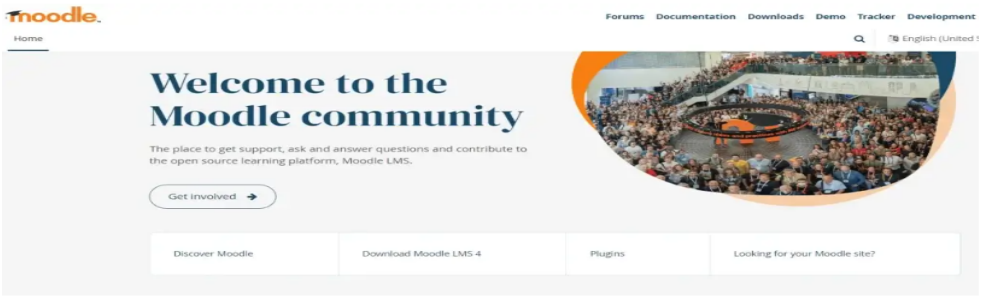


FIGURE 1.2 – Plate-forme moodle

1.5.3 LMS

La qualité première de la plate-forme LMS (Learning Management System) comparée aux autres plates-formes d'enseignement est la simplicité d'usage. En effet, les autres plates-formes telles que Moodle sont des plates-formes très avancées en terme de fonctionnalités mais elles nécessitent un temps d'apprentissage assez long et les établissements de formation ne sont pas toujours prêts à investir dans des formations trop coûteuses. [5]

La plate-forme LMS est utilisée à l'institut des télécommunications d'Oran depuis septembre 2006.

1.6 Les travaux pratiques

Les travaux pratiques sont une mise en application (et une mesure de la maîtrise des étudiants) de la méthode scientifique, basée sur la pose d'hypothèse, la conception d'un protocole expérimental, l'expérimentation, l'interprétation des résultats et le raffinement des hypothèses initiales. [6]

Les travaux pratiques sont une forme d'enseignement qui permet aux étudiants de

mettre en pratique les connaissances théoriques acquises en cours. Ils peuvent prendre différentes formes en fonction de la discipline enseignée, mais ils impliquent généralement des activités pratiques en laboratoire, des simulations, des projets, des expérimentations ou des observations sur le terrain.

Les travaux pratiques sont souvent encadrés par un enseignant qui guide les étudiants dans la réalisation des expériences, des observations ou des projets. Il permet aux étudiants de développer des compétences pratiques, telles que la manipulation d'instruments de laboratoire, l'analyse de données, la résolution de problèmes, la collaboration en groupe, de mettre en pratique les notions théoriques vues en cours et en travaux dirigés, en les confrontant à la réalité concrète.

1.6.1 Les visées éducatives

les travaux pratiques ont les objectifs suivants :

1- Pour faciliter la compréhension et l'assimilation des principes enseignés, il est important d'offrir des exemples concrets et des démonstrations pratiques.

2- Pour encourager l'engagement et l'interaction entre les élèves et les formateurs, il est essentiel de motiver les apprenants à travers des activités et des échanges dynamiques.

3- Il est crucial de développer des compétences pratiques, qui ont une grande valeur professionnelle, pour préparer les etudiants aux défis du monde du travail.

4- En introduisant les élèves dans la communauté du pratique des scientifiques, ils peuvent se sentir inspirés et motivés à poursuivre des carrières dans les sciences, et peuvent également comprendre les attentes et les normes professionnelles dans ce domaine.

5- Le travail en équipe est une compétence essentielle pour réussir dans de nombreux domaines professionnels.

1.7 Les limites des travaux pratiques classiques

Les travaux pratiques classiques présentent quelques limitations :

1- Certains travaux pratiques requièrent un équipement coûteux et encombrant, qui ne peut être reproduit à l'identique.

2- La contrainte temporelle est un enjeu majeur pour les TP, car les créneaux horaires sont souvent limités et les rotations de groupes peuvent ne pas être optimales en raison

d'un nombre limité de systèmes disponibles.

3- La nécessité de se déplacer pour participer aux TP en présentiel.

1.8 Les travaux pratiques à distance

Les TP à distance (TP en ligne) ou Télé-TP, sont des TP classiques qui ont été adaptés et élargis afin de permettre leur réalisation à distance, notamment grâce à Internet. En substance, les laboratoires distants désignent les travaux pratiques effectués à distance sur des équipements réels.

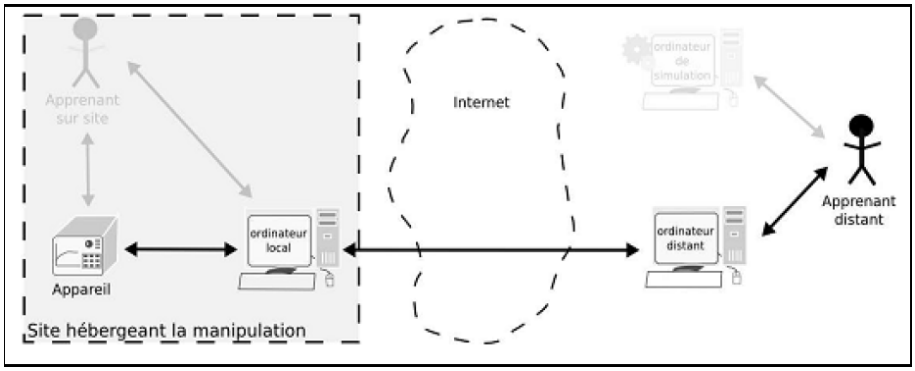


FIGURE 1.3 – TP distant

1.8.1 la Différence entre TP distant et TP virtuel

Le TP virtuel est une simulation sans aucune connexion avec les appareils de mesure ou bien les circuits, puisque le logiciel, guidé par son algorithme, remplace le dispositif réel, ainsi, la connexion à Internet n'est plus indispensable. Par contre, les TP distants nécessitent la connexion internet pour que l'étudiant puisse interagir avec des équipements réels.

1.8.2 Différence entre TP classique et TP à distance

Pour passer d'un TP classique à une platforme des TP à distance il faut identifier les éléments communs et les différences entre les deux. Cela nécessite l'analyse des composantes qui pourraient être affectées lors de la mise en oeuvre pour garantir l'efficacité pédagogique et la qualité de la formation.

1- Les objectifs pédagogiques et les prérequis : les objectifs pédagogiques et les prérequis

sont identiques entre TP et téléTP. Ils sont effectivement indépendant du contexte de réalisation (que ce soit en présentiel ou à distance).
2- Le dispositif technologique : une adaptation du dispositif technologique initial est nécessaire en vue de sa téléopération. Cette adaptation dépend du type de l'architecture du dispositif technologique.
3- Acteurs humains : ils ne varient pas, mais le contexte de travail diffère du fait de la perte du contact humain et d'une vision globale pour le tuteur.
4- Le travail en groupe : il reste identique si les apprenants sont ensemble à distance du tuteur et du dispositif. Il doit être médiatisé s'ils sont à distance les uns des autres. Dans ce cas, il faut également instaurer des techniques de partage des dispositifs technologiques pour qu'ils puissent être utilisés conjointement.
5- Les activités de manipulation et d'observation : les problèmes prédominants engendrés par la mise à distance sont liés à la perte de commandabilité et d'observabilité. Des techniques de téléopération sont alors indispensables pour compenser ces effets négatifs.
6-Les activités de réflexion et de production : les activités de réflexion restent identiques.
7- Les activités de communication : les activités de communication sont entièrement médiatisées par les moyens de communication informatiques synchrones et asynchrones à l'instar des autres vecteurs pédagogiques. [7]

1.8.3 L'avantage d'un TP à distance

Les travaux pratiques à distance ont gagné en popularité ces dernières années en tant que méthode d'apprentissage alternative. Ils offrent de nombreux avantages par rapport aux travaux pratiques traditionnels en classe. En permettant aux étudiants d'explorer et d'expérimenter à distance, ces travaux pratiques ouvrent de nouvelles perspectives temporelles et spatiales. Dans cette section, nous examinerons les avantages des travaux pratiques à distance et comment ils peuvent enrichir l'expérience d'apprentissage des étudiants.
1- Flexibilité : Les apprenants peuvent suivre les TP à leur propre rythme et selon leur propre emploi du temps. les TP en ligne sont accessibles à tout moment, tandis que les sessions en présentiel peuvent être planifiées à des moments spécifiques qui conviennent à la majorité des apprenants.
2- Économie de temps et d'argent : Les travaux pratiques à distance permettent de réduire

les coûts de formation en évitant les déplacements et les frais d'hébergement. ainsi la réduction des coûts des investissements pour le matériel d'instrumentation, un seul appareil peut être utilisé par de nombreux étudiants
3- Amélioration de la rétention des connaissances : Les travaux pratiques à distance utilisent différents modes d'apprentissage, ce qui permet aux apprenants de mieux retenir les informations. Les apprenants peuvent alterner entre les modes de formation en ligne et en présentiel, renforçant ainsi la rétention des connaissances.
4- Suivi et évaluation : Les travaux pratiques à distance permettent de suivre et d'évaluer facilement les progrès des apprenants. Les plateformes de formation en ligne peuvent être utilisées pour suivre les activités des apprenants, tandis que les sessions en présentiel peuvent être utilisées pour évaluer leur compréhension des concepts clés.

1.9 Exemples des plates formes des TP à distance

Parmi les principaux laboratoires à distance disponibles, nous allons présenter deux exemples.

1.9.1 NetLab

NetLab est un laboratoire à distance en ligne, utilisé pour l'enseignement et les démonstrations pendant les cours. Il est aussi utilisé par les étudiants pour mener leurs expériences à distance sur des équipements réels de laboratoire.[L1]

1.9.2 ILab

Le projet iLab est un projet de l'Institut de Technologie de Massachusetts (MIT), il fournit une interface utilisateur basée sur Java indépendante de la plateforme pour exécuter des expériences sur le serveur de laboratoire.

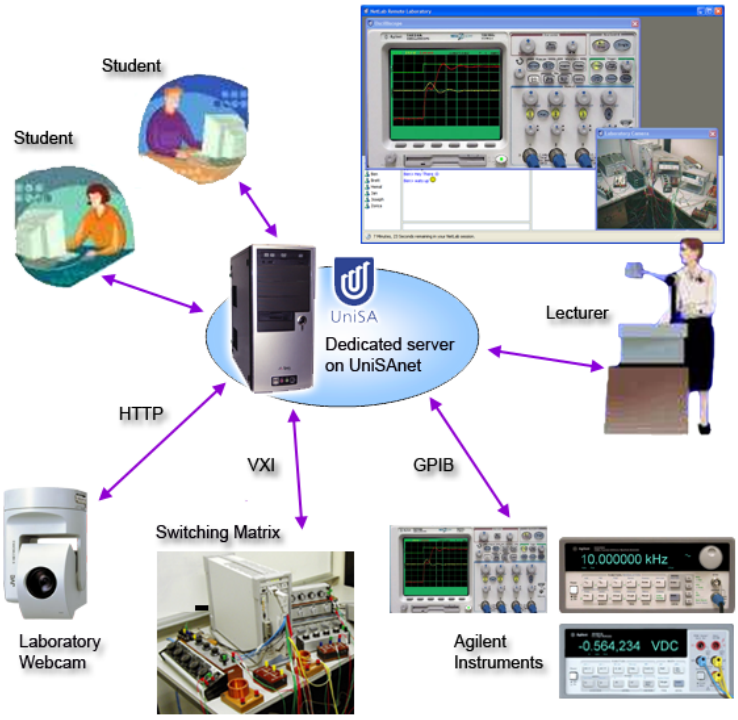


FIGURE 1.4 – Architecture de NetLab

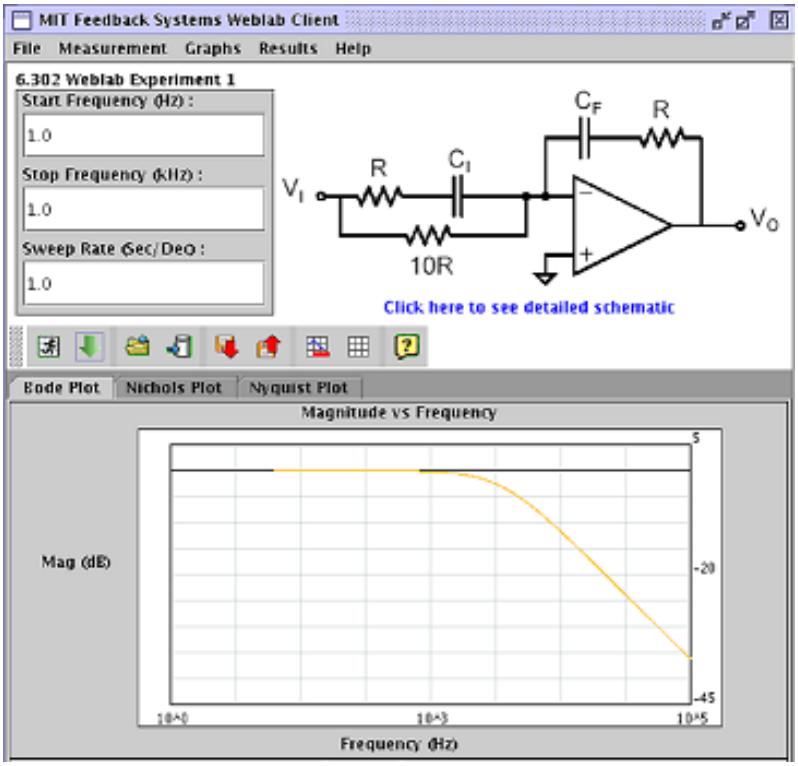


FIGURE 1.5 – iLAB WebLab java client

1.10 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons donné un aperçu sur les plateformes d'enseignement à distance en général et les laboratoires distants en particulier. Ainsi, nous avons montré les avantages de ces laboratoires et la différence entre ces plateformes et le travail en presentiel. Nous avons aussi mentionné la contribution des TP distants à améliorer l'expérience d'apprentissage des étudiants.

Finalement nous avons dénombré quelques exemples existant des plateformes d'e-learning et des laboratoires distants.

Chapitre 2

Architecture de système

2.1 Introduction

Ces dernières années, la révolution technologique de l'électronique embarquée ainsi que le mouvement open source ont gagné en popularité dans le monde entier. Pour soutenir le développement de ces systèmes, plusieurs plateformes ont été créées, telles que Arduino, PcDuino, Raspberry Pi, Red-pitaya et bien d'autres encore. Le chapitre précédent nous a fourni une perspective globale sur les différentes plateformes existantes.

Dans ce chapitre nous allons présenter la conception d'une plate-forme d'un TP à distance dans le domaine électronique analogique destiné aux étudiants qui sont amenés à effectuer des manipulations telles que la réalisation de montages, l'analyse de signaux, la mesure de grandeurs électriques, etc ... La conception d'un laboratoire à distance implique plusieurs considérations clés coté matériel et logiciel.

La conception de l'architecture matérielle [2.3] du laboratoire à distance doit prendre en compte les besoins spécifiques de chaque discipline en électronique, telles que la manipulation de circuits électroniques, la visualisation de signaux, la mesure de grandeurs électriques. De plus, elle doit être suffisamment flexible pour s'adapter à différentes expériences.

L'interface web permet aux utilisateurs d'avoir la possibilité de manipuler une expérience en donnant une configuration au circuit, effectuer des mesures et recevoir les résultats.

2.2 Aperçu général du système

La plateforme sera principalement basée sur deux modules red pitaya et Raspberry Pi 4 relient dans le même réseau local connecté a un modem . Sachant que la carte raspberry pi joue deux rôles un de contrôler les composants du TP et la matrice de commutation via gpio et l'autre coté manipuler une page web sécurisée du plateforme en récuperant des mesures précises des Cartes TPs, et analyser les signaux en temps réel via red pitaya .La figure [2.1] donne un aperçu général du système.Cette approche offre une solution flexible et pratique pour l'apprentissage et la pratique des expériences électroniques et de télécommunication, même en étant à distance du laboratoire physique.

2.3 Architecture matérielle

Notre proposition d'architecture matérielle pour le laboratoire distant repose sur 4 composants principaux.

— **Raspberry Pi :** Nous avons utilisé Raspberry Pi 4 comme serveur web intégré avec le système d'exploitation Raspbian. Ce serveur web est utilisé pour contrôler le matériel du module d'expérimentation électronique et de télécommunication, il sert aussi à assurer la disponibilité des applications et la rapidité de leur exécution. Le serveur web le plus populaire est le serveur node.js qui est connu pour sa stabilité et sa sécurité.

— **Red pitaya :**Le deuxième composant est la carte Red Pitaya qui est utilisée comme une interface matérielle qui fournit des moyens de commande et de lecture pour nos travaux pratiques à distance .Elle est basée sur le web qui fournit plusieurs équipements pour : effectuer des mesures précises, varier à distance et analyser les signaux en temps réel.

— **Matrice de commutation :** c'est une pièce importante dans notre conception matérielle. Elle est constituée de switches commandés numériquement par les sorties GPIO du Raspberry.Elle joue le rôle d'intermédiaire entre l'interface de commande et la carte de TP.

— **Carte de TP** c'est un support pour les composants du TP (résistances, condensateurs, inductances, diodes,... etc.) qui sont connectés directement aux interrupteurs de la matrice de commutation.

2.3.1 Raspberry Pi

Le Raspberry Pi est un nano-ordinateur mono-carte à processeur ARM. C'est le serveur qui contient l'application qui gère la manipulation du TP. Il est utilisé comme serveur web pour héberger des sites web personnels, des projets expérimentaux ou des applications légères. Pour l'alimenter, il est recommandé d'utiliser un adaptateur secteur 5V DC fournissant 3A connecté au port USB-C.[8]

Comme tout autre ordinateur, Raspberry Pi utilise un système d'exploitation GNU/Linux appelée Raspbian, basée sur la version Debian qui est parfaitement adaptée à Raspberry Pi car elle est gratuite, open-source et offre de nombreuses bibliothèques, frameworks et

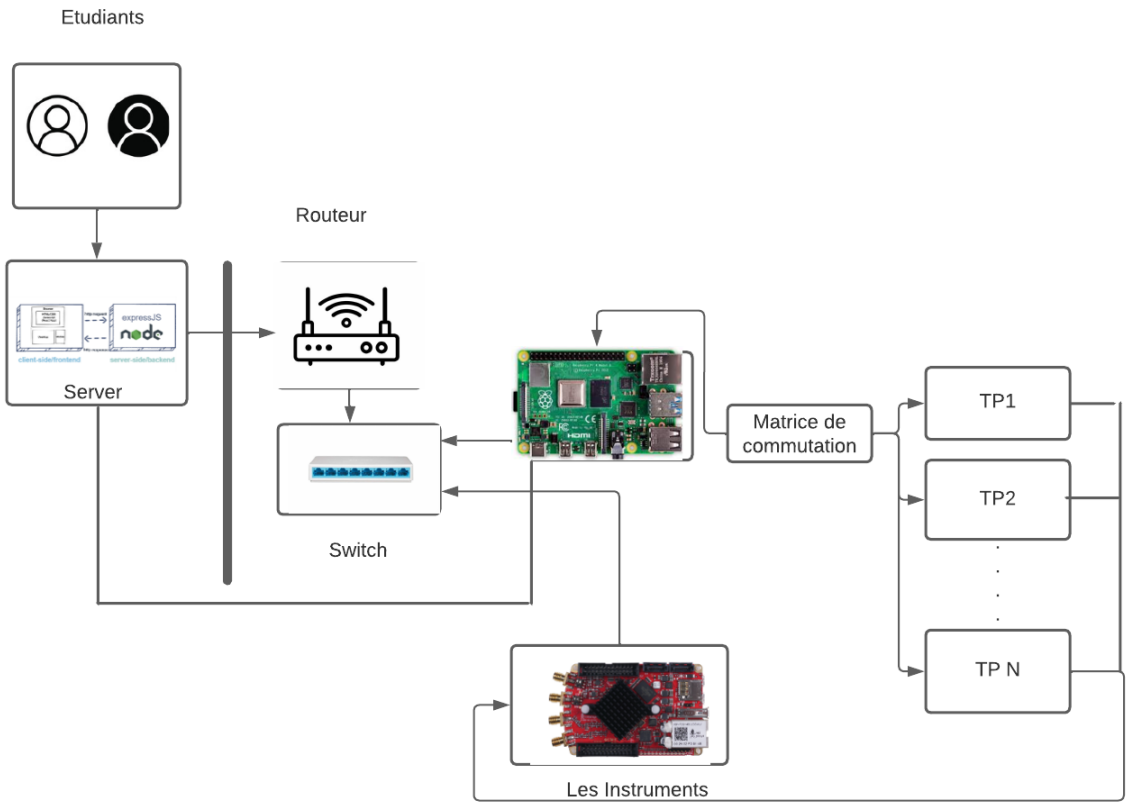


FIGURE 2.1 – Architecture système

programmes disponibles sur Internet que nous pouvons télécharger, installer et utiliser. Pour ce projet on a utilisé Raspberry Pi 4 avec un système d'exploitation Raspbian 64bit OS.[4.6]

La figure suivante [2.2] montre les principales parties de la carte raspberry.

Ports GPIO

Pi GPIO est une série de broches supplémentaires installée sur la carte Raspberry Pi pour permettre la connexion à des périphériques externes. Chaque GPIO peut être configuré pour jouer le rôle d'une entrée (réception d'un signal) ou d'une sortie (émission d'un signal). La carte utilisée est équipée de 40 broches ce qui offre une grande flexibilité dans la conception.

Les ports GPIO sont compatibles avec les protocoles numériques et analogiques, ce qu'il leur permet de transmettre des signaux numériques (tels que des signaux binaires) ou des signaux analogiques (tels que des tensions ou des courants).[9]

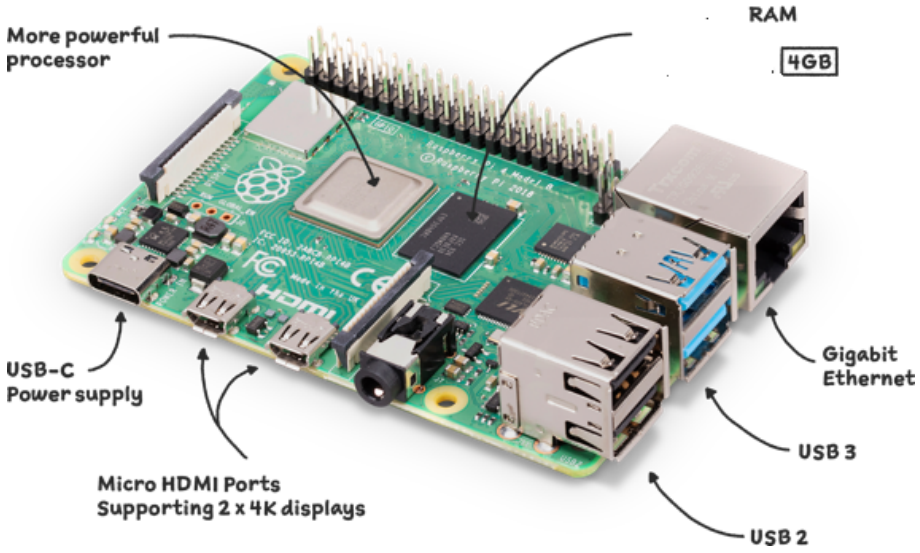


FIGURE 2.2 – Raspberry pi

Dans notre projet on se base sur les ports GPIO dans une page web (voir [4.6]) afin de contrôler les composants de la carte du TP sachant que la carte raspberry Pi 4 dispose de 17 broches (sans citer les GND et Vcc).

Il existe deux systèmes de numérotation [2.3] :

— **Broadcom** les broches suivies du mot gpio.

— **Physique** le reste des broches.

Par exemple pin 17 correspond à la numérotation physique et le numéro 11 correspond à la numérotation broadcom .

La numérotation physique permet de retrouver la bonne broche sur le Pi. La numérotation broadcom sera souvent utilisée en programmation. La figure [2.3] montre ces différents ports de la Raspberry pi.

De plus les entrées/sorties GPIO ne peuvent pas consommer/fournir un courant important. Des limitations existent, même si de nombreuses sources donnent des informations différentes. Le courant maximum (en entrée ou en sortie) par broche est de 16mA et le courant total pour l'ensemble du GPIO ne peut pas dépasser 50mA.

Avantages d'utilisation

— Malgré sa petite taille, les performances d'une carte Raspberry Pi 4 sont très importantes.

— Liaison concrète entre le monde de l'électronique et celui de l'informatique (page

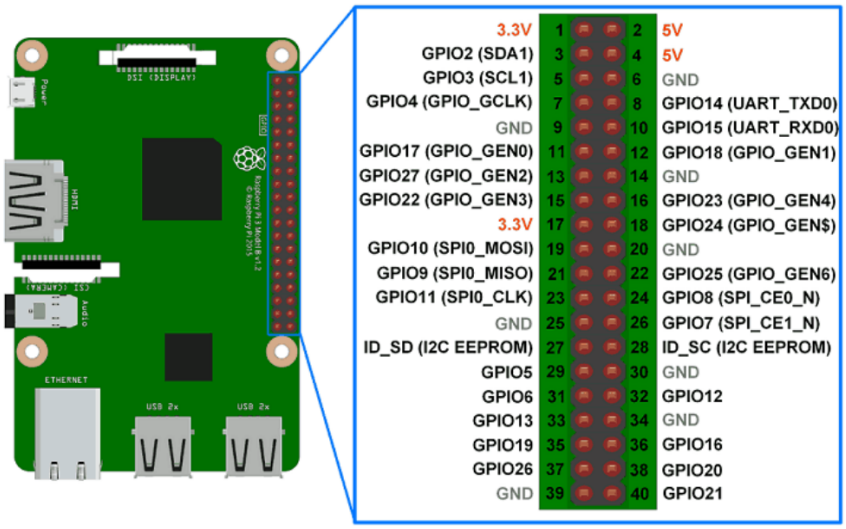


FIGURE 2.3 – Port GPIO

web). Cela permet de visualiser et de contrôler des dispositifs électroniques à distance, ou même de créer des applications web entièrement dédiées à des applications électroniques spécifiques.

— Les ports GPIO sont un outil pratique et simple à interfacer.

2.3.2 Red-Pitaya

La Red Pitaya [STEMlab 125-10] est une petite carte (107 x 60 x 21 mm) open source basée sur Linux pour le développement d'outils de mesure et de commande, elle est munie d' : un oscilloscope, un analyseur de spectre, un générateur de fonctions, un compteur LCR et des outils d'étalonnage.

Red Pitaya est un outil de mesure multifonction très puissant et précis qui peut remplacer une pile d'instruments de laboratoire. [10]

Caractéristiques et composition de la Red-Pitaya

Le tableau [2.1] présente les composantes de la Red-Pitaya.

Les ports GPIO

Les GPIO de la carte Red Pitaya sont principalement utilisés pour contrôler les périphériques externes tels que les capteurs, les actionneurs ou les circuits de commande.

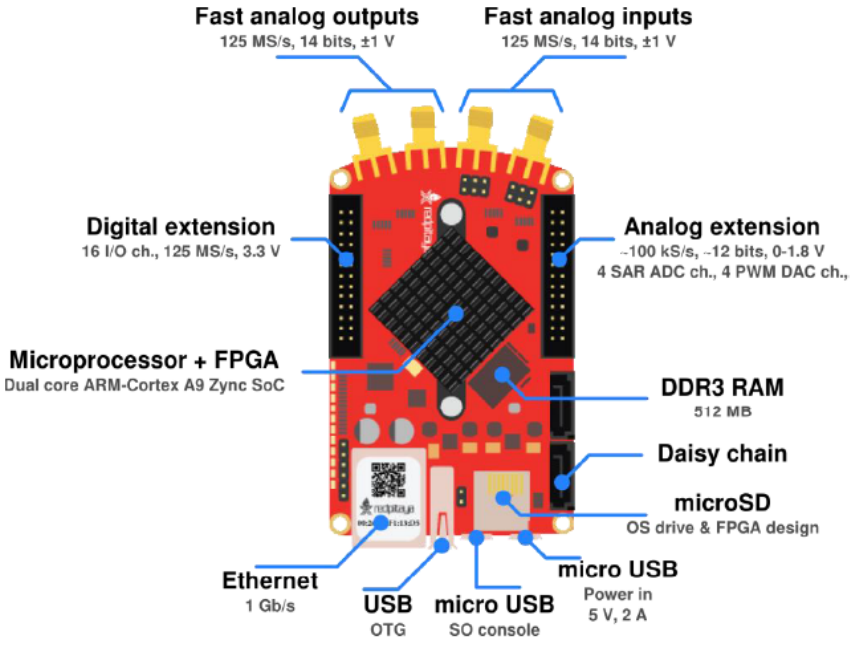


FIGURE 2.4 – Red Pitaya STEMlab 125-10

Processeur	Processeur DUAL CORE ARM CORTEX A9
FPGA	FPGA Xilinx Zynq 7010 SOC Xilinx Zynq 7010 SOC
RAM	256MB (2Gb)
System memory	Micro SD up to 32GB
Console connection	USB to serial converter required
Power connecto	Micro USB
Power consumption	5V, 1,5A max

TABLE 2.1 – Les principaux composants de Red-Pitaya.

Ethernet	1Gbit
USB	USB 2.0
WIFI	requires WIFI dongle

TABLE 2.2 – Les différents ports de connexion de Red-Pitaya.

Comme pour la carte Raspberry PI, les GPIO de la Red Pitaya peuvent être configurées en entrée ou en sortie, et il est possible de les configurer individuellement en tant que broche numérique ou analogique.

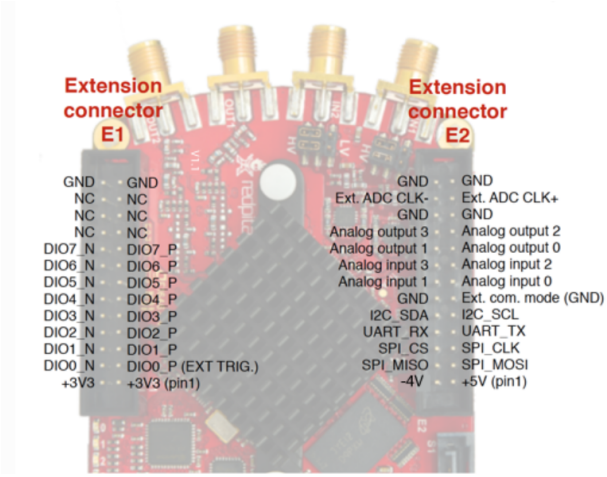


FIGURE 2.5 – GPIO de Red Pitaya

L'interface web de Red Pitaya

Red Pitaya dispose d'une interface qui permet aux utilisateurs d'y accéder à distance via internet, elle permet aussi de télécharger des instruments préconfigurés et de les exécuter. Elle offre également différents modes de programmation. Il existe plusieurs applications d'instrumentation développées ,on peut lister. [11]

— Oscilloscope , Signal Generator.

— LCR meter.

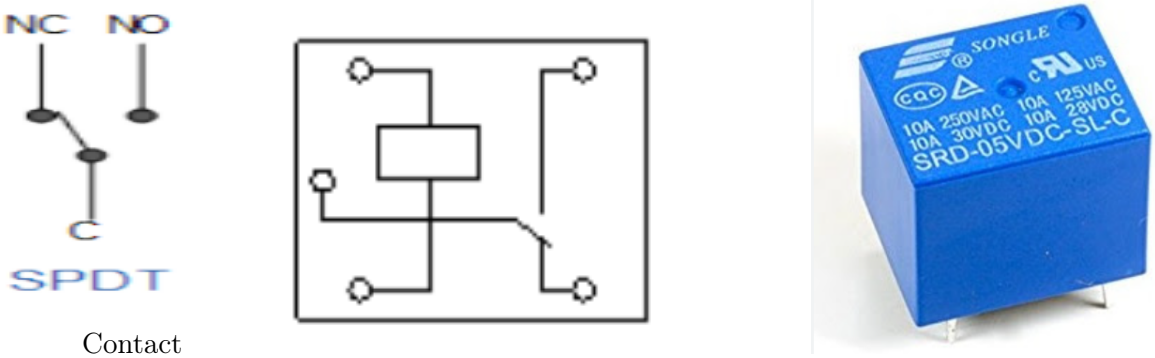
— Logic analyser.



FIGURE 2.6 – L'interface web de Red Pitaya

2.3.3 La matrice de commutaion

Elle est caractérisée par l'utilisation de relais électromagnétiques de 5V [12]. Le type de contact de ce relais est de type SPDT car la résistance interne du ce relais est faible et n'affecte pas la tension de commande de raspberry. Le rôle de la matrice de commutation est de basculer d'un TP vers autre.



(a) Contact SPDT (b) Schéma de brochage. [12] (c) Schéma de brochage.

FIGURE 2.7 – Relais électromagnétique

2.3.4 Carte de TP

La carte de TP est conçue de manière à offrir à l'utilisateur distant les mêmes possibilités qu'à l'utilisateur en présentiel. Elle permet de reprendre toutes les combinaisons possibles des composants électroniques, offrant ainsi aux étudiants la possibilité d'effectuer tous leurs TP.

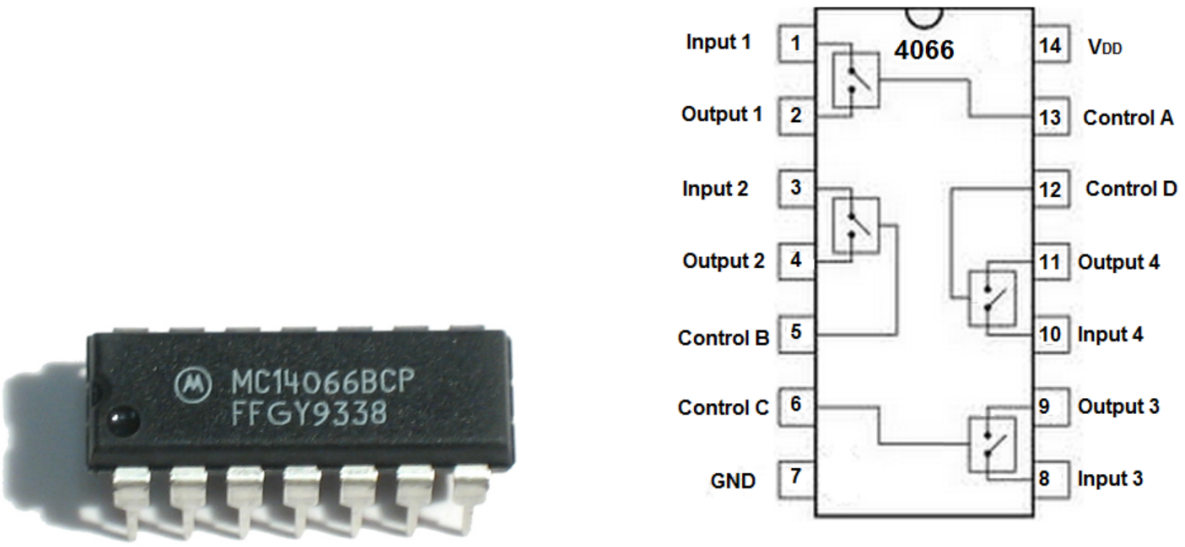
Nous allons voir l'exemple de la première carte qui est constituée de 8 switchs numériques commandés par les ports GPIO de la Raspberry PI, pour cela nous allons utiliser des switches numériques de type 4066.

Principe de fonctionnement

Nous appliquons un signal analogique dans l'entrée de l'interrupteur, ce signal atteint la sortie uniquement si un signal numérique HIGH est appliqué à la borne de contrôle.

Le schéma de brochage du circuit intégré 4066 est présenté ci-dessus [2.8b]. Il est composé de 4 interrupteurs pour commuter des signaux analogiques à l'aide d'un contrôle

numérique. Les interrupteurs sont numérotés de 1 à 4. Chaque interrupteur possède une borne d'entrée, une borne de sortie et une borne de contrôle.[13]



(a) Circuit intégré 4066 (b) Schéma de brochage.

FIGURE 2.8 – Switch numérique 4066

Dans le chapitre 3 , nous abordons en détail les spécificités de la conception des cartes de TP. Nous discutons des différentes composantes et fonctionnalités intégrées dans ces cartes, ainsi que des choix de conception et des considérations techniques.

2.4 Architecture logicielle

Dans cette section, nous allons décrire le fonctionnement et les interactions entre les différents composants logiciels de notre système.
Ce système permet l'établissement d'un mode de communication qui permet à plusieurs utilisateurs de se connecter en session et de garantir un degré d'interactivité optimale tout en minimisant le temps de réponse pour le retour des requêtes lancées par les utilisateurs. On parle donc des 3 parties essentielles d'une page web. Tel que le front-end communique avec le back-end [14] via des requêtes HTTP, où le front-end envoie une demande au serveur et le back-end renvoie une réponse correspondante. Ceci s'illustre sur la figure [2.9].

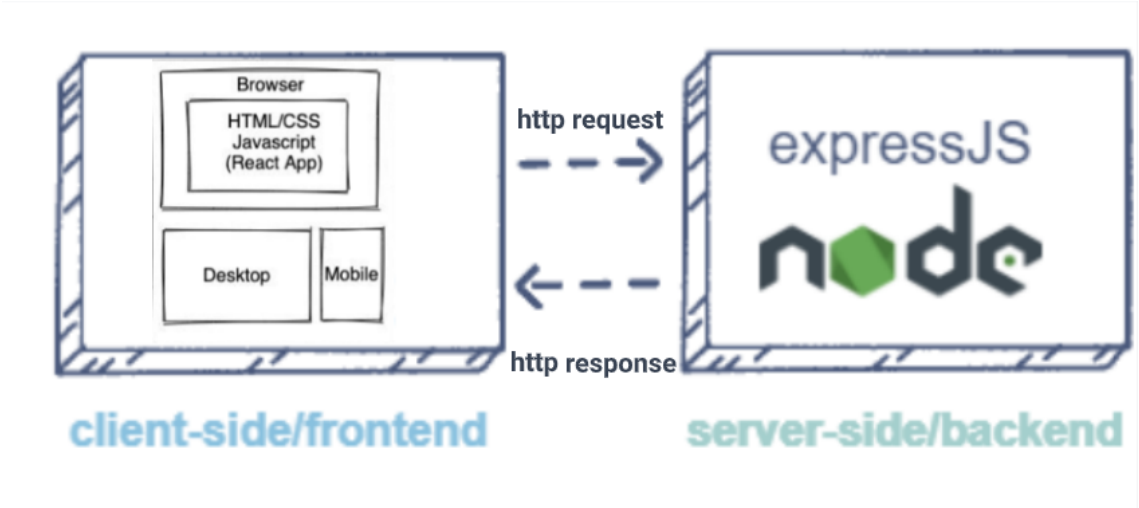


FIGURE 2.9 – Schéma d'interaction entre le front-end et le back-end.

2.4.1 Front-end

Le développement front-end crée la partie visible d'un site web qui interagit directement avec l'utilisateur. Il est considéré comme un facteur clé du succès des sites [L2].

Un site web simple et facile à parcourir fournit des informations claires, opportunes et précises. HTML, CSS et JavaScript sont les trois principaux langages de programmation largement utilisés pour construire une page web. Chacun de ces langages a sa propre utilité et est tout aussi important.

HTML

HTML est un langage informatique utilisé pour créer des pages web en organisant et en structurant leur contenu. Cependant, pour rendre ces pages plus attractives et esthétiques, le HTML doit être combiné avec le CSS (Cascading Style Sheets). [15]

Il se compose d'une série d'éléments qui décrivent la structure d'une page web. Le contenu de la page web est écrit à l'intérieur de balises ou d'éléments. La plupart des éléments HTML ont une balise d'ouverture et une balise de fermeture, mais il y a quelques cas où la balise de fermeture n'est pas nécessaire. Ces éléments sont appelés balises "auto-fermantes", dans ce cas le code consiste à entourer des blocs de code avec les doubles flèches "<..>" indiquant le début d'un bloc et les doubles flèches avec un slash "</..>" signifiant la fin de ce bloc . Un exemple de code HTML est illustré ci-dessous .[L3]

```
<!DOCTYPE HTML>
```

```
<html>
<head>
<title>E-learning</title>
<meta charset="utf-8" />
<link rel="stylesheet" href="style.css" />
</head>
<body>
<h1> E-learning </h1>
</body>
</html>
```

CSS

Le CSS est utilisé pour gérer l'apparence des pages web en choisissant les couleurs, les polices, l'agencement des éléments et l'amélioration de leur présentation. Il est parmi les langages de marquage qui utilisent des balises de formatage pour définir la présentation du contenu. Voici un exemple d'un code CSS. [15]

```
@media screen and (max-width: 1280px){
body {  background: #f7f7f7
       url("images/bg01.png"); }
h1 {
    font-style: normal;
    font-weight: 300;}}
```

JavaScript

JavaScript est un langage de programmation utilisé pour créer des pages web interactives et dynamiques. Il permet d'ajouter de l'interactivité à la page en définissant des fonctions qui peuvent être déclenchées par des événements tels que des clics, des scrolls ou des saisies au clavier.

Les fonctions en JavaScript sont des blocs de code réutilisables dans le code principal. Elles sont définies en utilisant le mot-clé "function", suivi d'un nom, d'une paire de parenthèses pouvant contenir des paramètres, et d'un bloc de codes entre des accolades. Voici Un exemple de code java script.

```
const bouton = document.querySelector("#mon-bouton");
bouton.addEventListener("click", function()
 {alert("Le bouton a été cliqué !");}
```

2.4.2 Back-end

La programmation côté serveur web (back-end programming) est utilisée pour le traitement, le stockage et la livraison des données au front-end. [L2]

Node js

Node.js est un environnement d'exécution open-source pour JavaScript, qui fonctionne sur plusieurs plateformes. Il est utilisé dans de nombreux projets et solutions, notamment en tant que serveur HTTP. L'un de ses principaux avantages pour les développeurs web est d'utiliser le langage de programmation JavaScript à la fois pour le frontend et le backend, ce qui évite la nécessité d'apprendre un nouveau langage.[L4]

Dans une application Node.js, les trois étapes importantes suivantes sont nécessaires :

— Inclure les modules requis en utilisant la directive require.

— Créer un serveur pour écouter les requêtes des clients.

— Le serveur HTTP lira la requête effectuée côté client (navigateur ou console) et renverra une réponse.

Le code ci-dessous utilise le module http de Node.js pour créer un serveur HTTP qui écoute sur le port 8080. Lorsqu'une requête est effectuée sur ce serveur, il renvoie une réponse avec le statut 200 et le contenu "Hello World!" au format HTML. [16]

```
http.createServer(function(req, res) {
  res.writeHead(200, {'Content-Type': 'text/html'});
  res.end('Hello World!');
}).listen(8080);
```

Du point de vue du fonctionnement de Node.js, il utilise le module intégré JSON pour la manipulation et l'échange de données entre un client et un serveur dans les applications Web.

Il propose d'autres modules intégrés qui permettent, par exemple, de créer un serveur HTTP, de lire des fichiers locaux ou encore de créer des processus fils pouvant accéder

au système d'exploitation sur lequel s'exécute le processus Node.js. Lorsque Node.js est installé, un gestionnaire de paquets Node Package Manager (npm) est également installé.

NPM

C'est une interface de ligne de commande simple qui permet aux développeurs d'installer et de gérer des paquets sur leurs ordinateurs locaux. Il contient toutes sortes d'outils, de bibliothèques et de cadres open-source nécessaires au développement moderne.

```
$npm install <Module Name>
```

Le langage utilisé pour le développement côté serveur est Express. Il inclut des fonctionnalités supplémentaires qui rendent le développement d'applications Web plus rapide et plus simple.

2.4.3 La communication des données client-serveur

La communication en temps réel de données dans un site web implique le serveur et le client. Le client reçoit les mises à jour du serveur immédiatement. Il existe de nombreuses méthodes pour la communication en temps réel de données.

HTTP

HTTP est un protocole de communication unidirectionnel entre le client et le serveur. Le client envoie une requête sous la forme de HTTP ou HTTPS, et si le serveur reçoit la requête, il envoie une réponse au client et la connexion est fermée. Il garantit la livraison des paquets de données en renvoyant les paquets perdus.

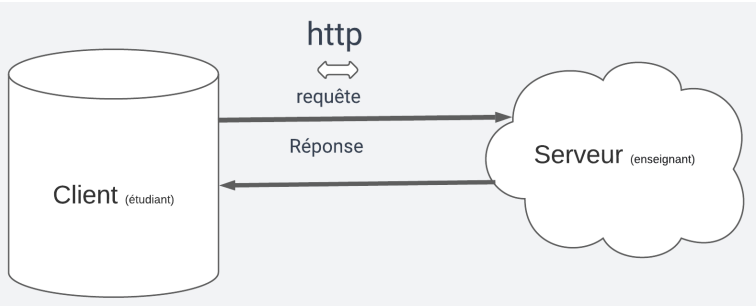


FIGURE 2.10 – Connection http

Lorsqu'un utilisateur souhaite naviguer sur des sites web, il doit connaître l'adresse du serveur et le numéro de port correspondant. Le port est une structure logicielle spécifique à une application, qui sert de point de communication. Un serveur doit être configuré avec un port spécifique qu'il utilisera pour écouter les connexions entrantes.

2.5 Conclusion

Le choix de la partie matérielle et le développement de la partie logicielle sont des éléments centraux de notre travail car ce chapitre décrit en détail la conception de l'architecture de notre laboratoire à distance, conçu pour les travaux pratiques en électronique.

Du point de vue matériel, l'utilisation d'un serveur sur raspberry pi et de logiciels open source a permis de minimiser les coûts de développement. Cette architecture est facilement implémentable, ce qui représente un avantage supplémentaire. La matrice de commutation et les cartes de TP développées offrent facilité de reconfiguration, flexibilité avec peu de maintenance en mode production.

Du point de vue logiciel, représente la partie la plus importante qui constitue notre travail, ce chapitre a été consacré à la description de la conception de l'architecture logicielle de notre laboratoire distant dédié aux travaux pratiques d'électronique. Tandis que l'utilisation de HTML, CSS , JavaScript qui sont des langages de structuration utilisés principalement et uniquement pour la présentation et l'affichage des différents éléments d'un page web, le JAVASCRIPT est un langage exécutable, composé de variables, fonctions et instructions pour être exécuté sur le navigateur web.En plus on peut dire que Node.Js sera un outil très performant pour le développement des applications d'entrée / sortie rapides et qui se basent un système embarqué, le cas de notre projet.

Chapitre 3

Implémentation

3.1 Introduction

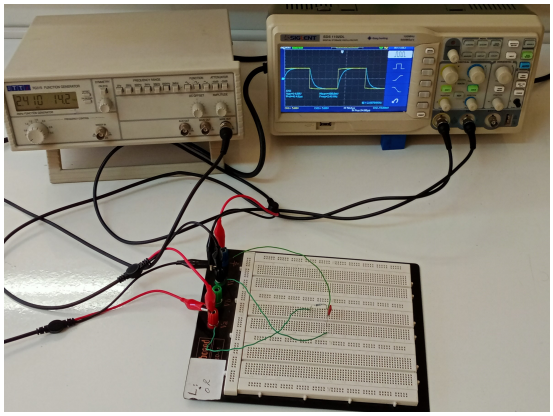
Dans ce chapitre, nous abordons l'aspect d'implémentation du projet. Nous commençons par présenter les réalisations matérielles, en mettant l'accent sur l'utilisation de la carte Redpitaya pour les travaux pratiques. Ensuite, nous détaillons notre serveur web qui est géré par la Raspberry Pi. Cette combinaison offre un environnement interactif et pratique pour les étudiants dans le domaine de l'électronique.

3.2 Carte de TP

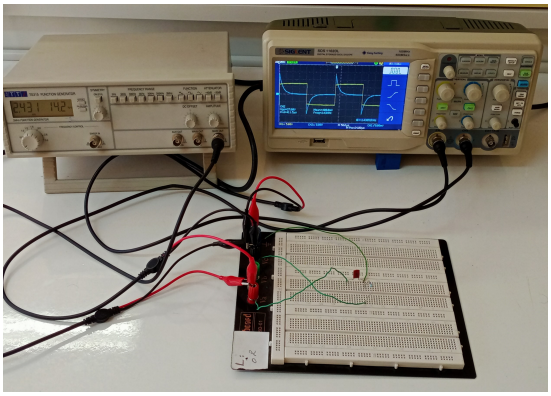
Dans la première étape, nous devons refaire dans un environnement réel les travaux pratiques qu'on va mettre dans notre e-lab.

Première manipulation

On va prendre l'exemple de l'étude des circuits RC et CR (filtre passe-haut et passe-bas) dans le domaine fréquentiel et temporel. La figure [3.1] suivantes montre notre manipulation.



(a) Circuit RC.



(b) Circuit CR.

FIGURE 3.1 – Manipulation d'un filtre RC.

Nous avons sélectionné les objectifs à atteindre par les étudiants après avoir effectué ce TP : A l'issue de la séance de travaux pratiques, l'étudiant sera capable de :

— Générer un signal avec une amplitude et une fréquence donnée.

— Visualiser le signal sur un oscilloscope et relever les mesures d'amplitude et de phase.

— Caractériser un filtre passif et catégoriser le type de filtre.

— Tracer le diagramme de Bode et déterminer la fréquence de coupure.

Dans la deuxième étape, on compare les résultats des mesures de l'oscilloscope avec ceux de la carte Red pitaya pour s'assurer de le fidélité et de la précision de cette dernière.

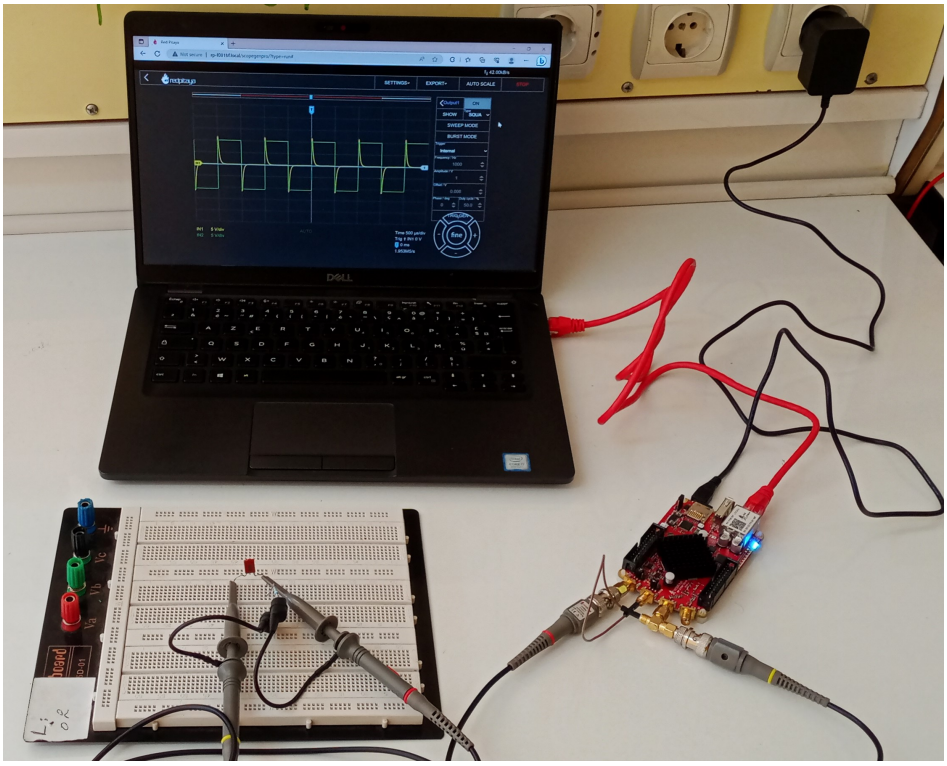


FIGURE 3.2 – Visualisation d'un tp rc par red pitaya

3.2.1 Schéma électrique de la carte de TP

Dans un premier temps, nous utilisons le logiciel ISIS Proteus pour concevoir le schéma électrique des circuits.

Nous choisissons des composants disponibles dans notre laboratoire. En assurant que le schéma est logiquement cohérent et qu'il ne contient pas de courts-circuits, de connexions manquantes ou d'autres erreurs de conception.

Nous voulons effectuer une manipulation en utilisant des résistances, des condensateurs et un commutateur 4066 pour obtenir plusieurs combinaisons(résultats différentes pour les utilisateurs) et commuter entre un filtre passe-bas et un filtre passe-haut. La figure suivante illustre notre schéma [3.3].

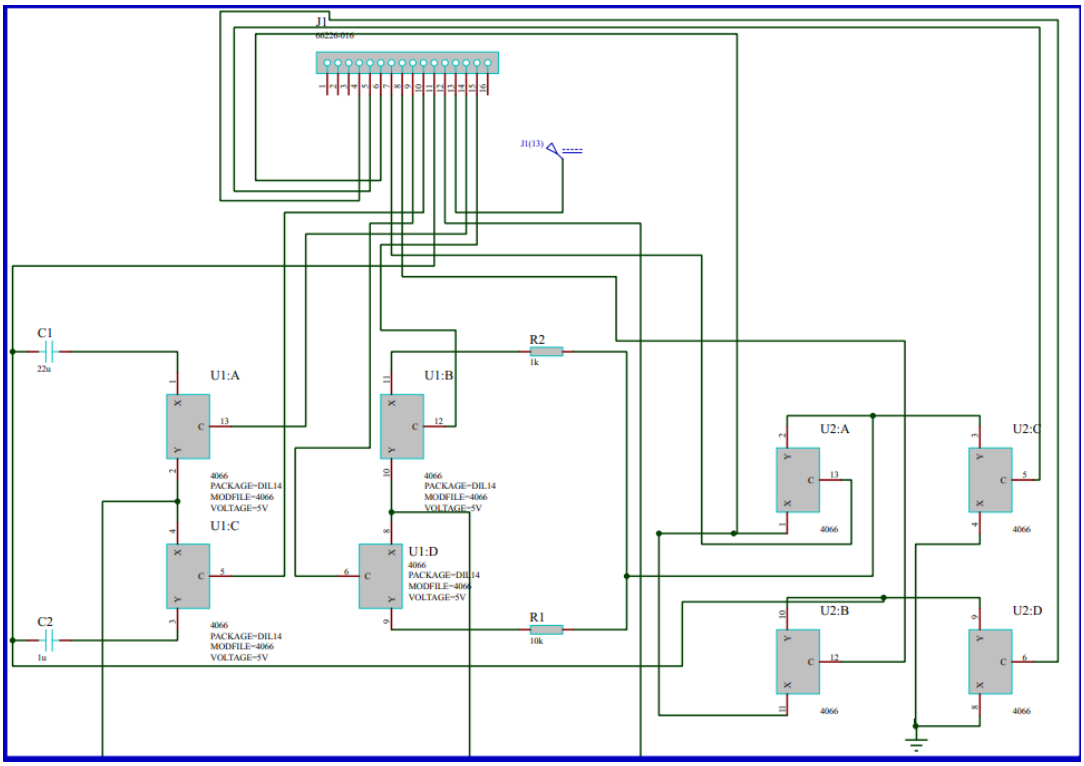


FIGURE 3.3 – Schéma électrique de circuit RC sous proteus

3.2.2 Schéma du PCB de la carte de TP généré

Une fois que nous avez confirmé le bon fonctionnement de notre conception en effectuant des simulations, nous pouvons donc passer à la création d'un prototype matériel. Une carte cible peut être réalisée en utilisant le logiciel de conception de PCB ARES, qui fait partie du package Proteus afin de placer les composants, router les pistes et simuler les connexions des composants qui ont été implantés sur notre carte.

Lors de cette étape, nous prenons en compte

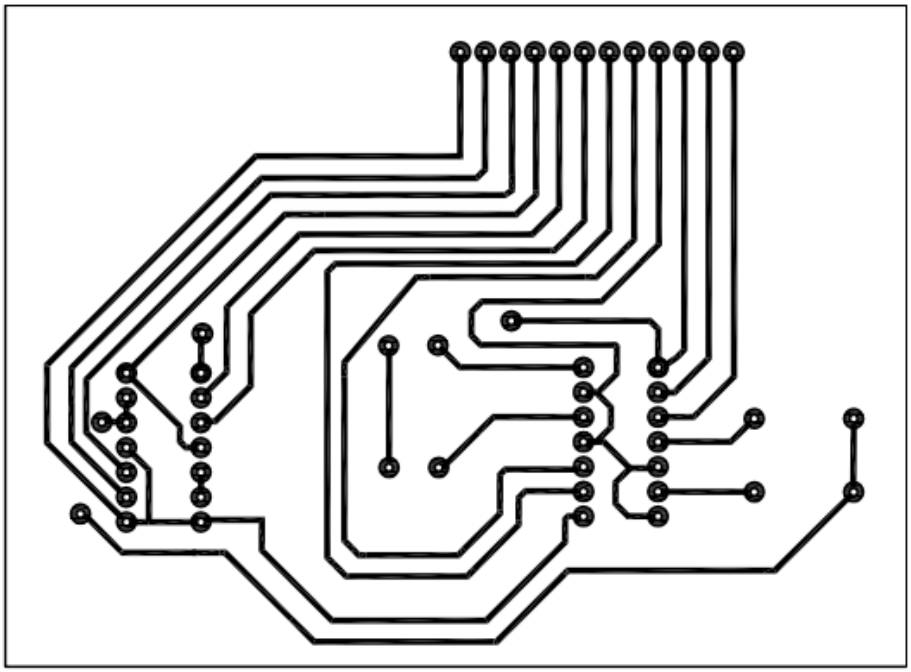
— Le type des composants.

— Le dimensionnement.

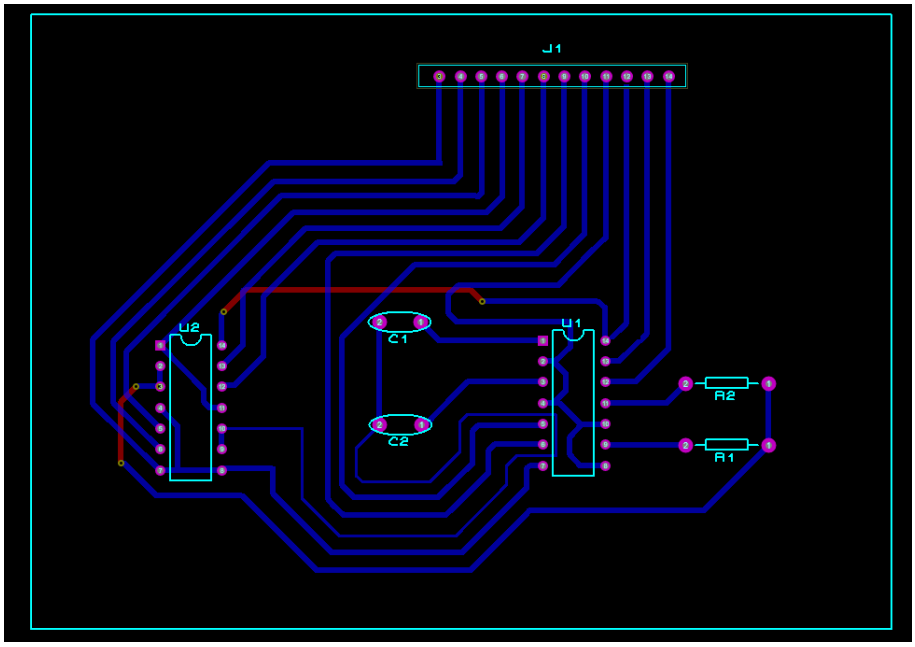
— Leur emplacement et les boîtiers correspondants.

— Les contraintes de disposition et de routage du PCB.

Une fois notre conception terminée, nous pouvons exporter les fichiers nécessaires sous format PDF pour la fabrication du PCB.



(a) PCB au format PDF



(b) PCB.

FIGURE 3.4 – Conception de PCB RC sous ARES.

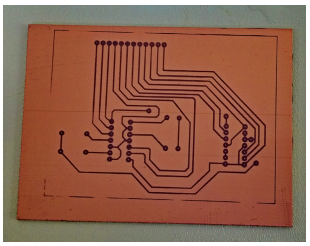
3.2.3 Réalisation du circuit imprimé

Nous avons réalisé nos circuits imprimés au sein de notre école en utilisant la photolithographie. Elle consiste : Tout d'abord, à exposer la plaque cuivrée à la lumière ultraviolette de l'insoleuse à travers un masque pour une durée de 2min 30s [3.5a].

L'étape suivante est la révélation et le rinçage [3.5b]. La plaque est mise dans un bain de perchlorure de fer pour enlever le cuivre non protégé par la résine photosensible (gravure) [3.5c]. On obtient alors un pcb prêt a être percé.
Finalement, il ne reste plus qu'à souder les composants pour former le circuit électronique.



(a) Insolation



(b) La révélation .



(c) Gravure

FIGURE 3.5 – Circuit Imprimé RC .

Nous avons commencé par l'etude temporelle des circuits RC. Pour commencer, on développe une équation différentielle qui décrit le comportement complet du circuit RC En utilisant les lois de Kirchhoff. Cette équation nous permet d'obtenir une solution analytique qui décrit la charge et la décharge du condensateur dans le circuit.

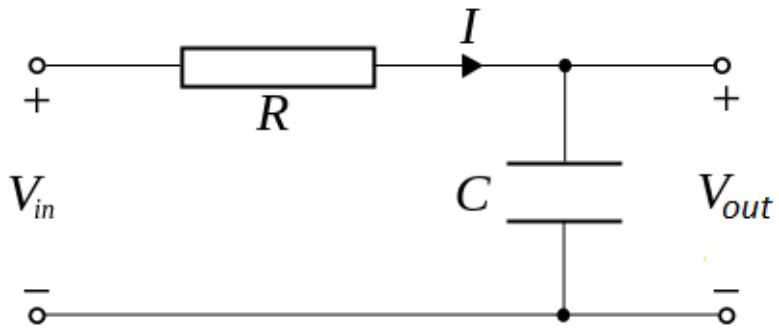


FIGURE 3.6 – circuits RC

Dans le cas du circuit CR, c'est la même étude temporelle sauf que le graphe inversé par ce que la tension de sortie représente la tension aux bornes de la résistance qui est égale à la tension d'entrée moins la tension aux bornes du condensateur . Pour l'étude fréquentielle la Nous avons abordé le phénomène du filtrage, en utilisant les concepts de fonction de transfert et déterminer le point de coupure du filtre passe-bas et passe-haut.

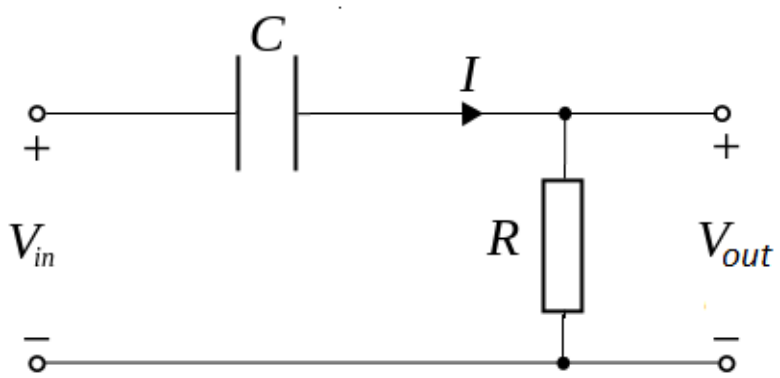


FIGURE 3.7 – circuits CR

La carte de TP précédente permet de réaliser plusieurs montages. Les 9 combinaisons possibles sont résumées dans le tableau [3.1] :

Combinaison	Switch a activer	Montage
1	D,A	R1,C1
2	D,(A,C)	R1,(C1,C2)
3	(B,A)	R2,C1
4	B,(A,C)	R2,(C1,C2)
5	(D,B),A	(R1,R2),C1
6	(D,B),C	(R1,R2),C2
7	A,C	R1,C2
8	B,C	R2,C2
9	(D,B)(A,C)	(R1,R2),(C1,C2)

TABLE 3.1 – Combinaisons possibles avec la carte TP RC

Deuxième manipulation

Dans l'étude du comportement d'une diode, le TP sert à comprendre comment la diode réagit à différentes conditions de fonctionnement, tels que la polarisation directe, la polarisation inverse et le redressement simple alternance [4.6].

Nous avons suivi les mêmes étapes du circuit du TP précédent. Cependant, il y a eu quelques changements dans les composants utilisés, ce qui implique certaines contraintes que nous devons respecter :

— Tout d'abord, le choix de l'outil de commutation ne sera pas le même que dans le TP1. Sachant que le circuit 4066 contient quatre interrupteurs. Chaque interrupteur est composé de plusieurs **transistors**. Ceci agit considérablement sur le signal de sortie et sur les résultats obtenus.

— Comme on a déjà parlé dans le chapitre précédent des limitations des caractéristiques de la carte Raspberry Pi 4, notamment en ce qui concerne la fourniture en courant et en tension. Cette dernière n'est pas destinée à alimenter directement des composants qui nécessitent un courant important ou une tension de sortie GPIO supérieure à 3.3V comme les relais magnétiques 5 ou 12V.

Voici le la structure d'un des quatre commutateurs du circuit 4066.[17]

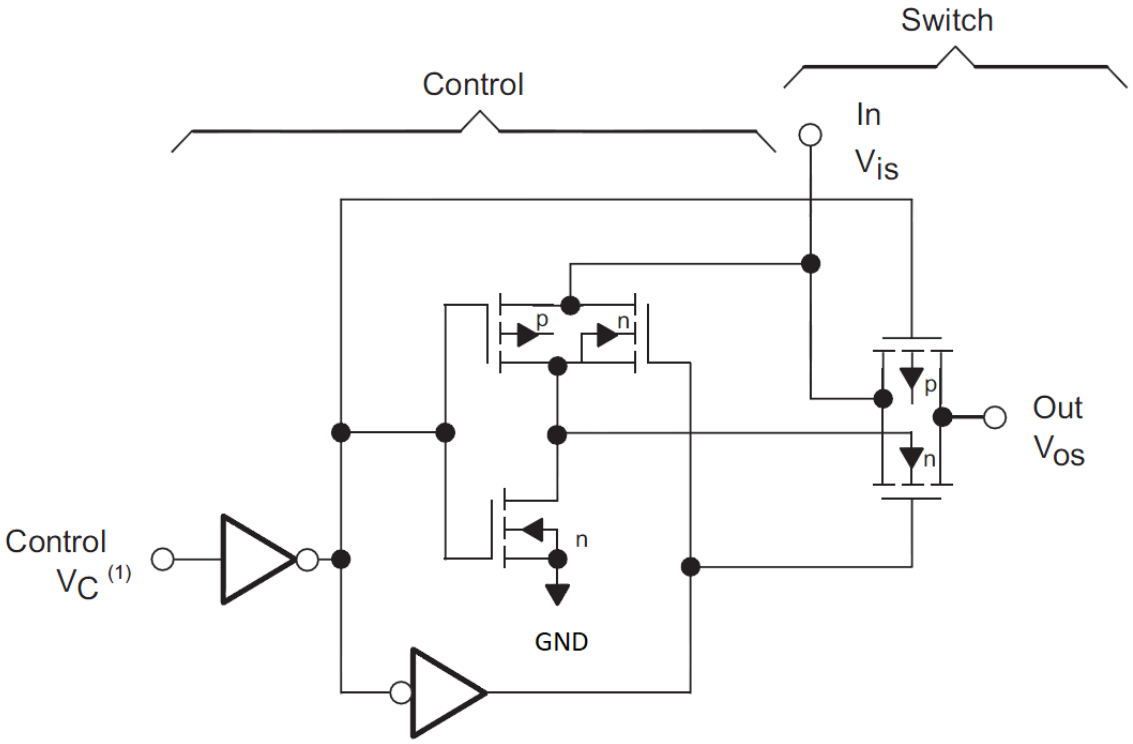


FIGURE 3.8 – Le schéma du 4066 montrant l'un des quatre commutateurs identiques

La solution proposé consiste à utiliser des composants externes, tels qu'un transistor et un relais 5v.

L'état du transistor est contrôlé par la tension de commande 3,3V du Raspberry Pi. Ceci nous permettra de contrôler le relais de 5V. Lorsque nous désactivons la broche GPIO, le transistor bloque le courant et le relais est désactivé.

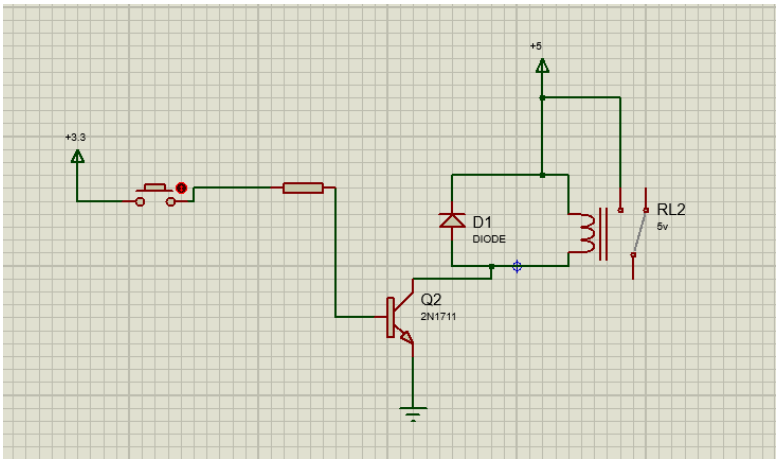


FIGURE 3.9 – La solution proposée.

La diode permet de gérer les surtensions induites lorsque la bobine du relais est désactivée en protégeant ainsi le transistor et le Raspberry Pi contre les dommages.

La base du transistor est connectée à une résistance qui limite le courant circulant dans la borne de base et qui contribue à contrôler le fonctionnement du transistor.

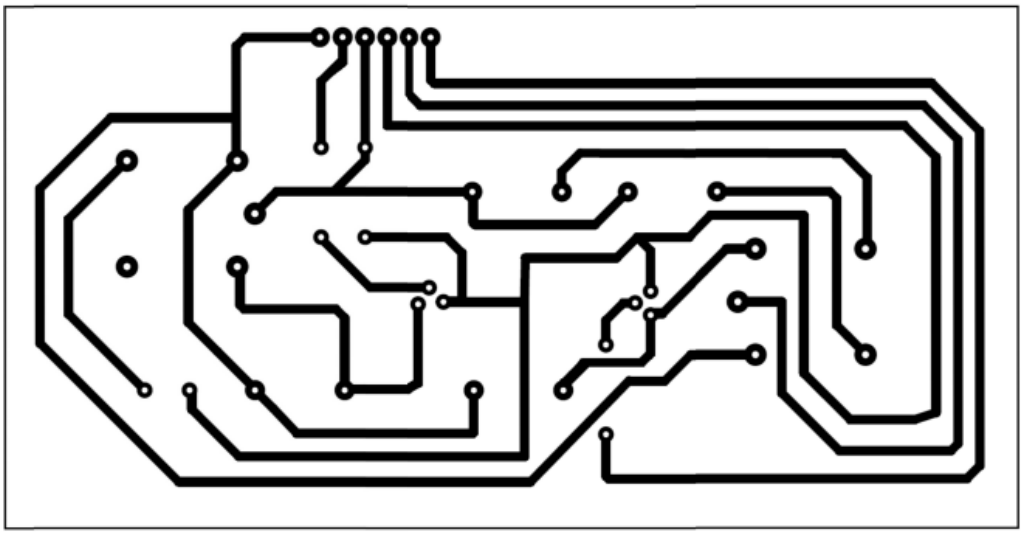


FIGURE 3.10 – Conception de PCB diode sous ARES

En passant l'étude dynamique des diodes en abordant le phénomène de redressement.

Telle que la première diode est polarisée en direct permet le passage du courant électrique lorsque nous appliquons une tension positive à l'anode et une tension négative au cathode. D'un autre côté, la diode zener est spécialement conçue pour être polarisée en inverse elle conduit le courant en inverse lorsqu'elle est polarisée dans ce sens. En ajoutant un condensateur en parallèle avec la charge dans un circuit redresseur, on observe une régulation de tension et une réduction des variations indésirables.

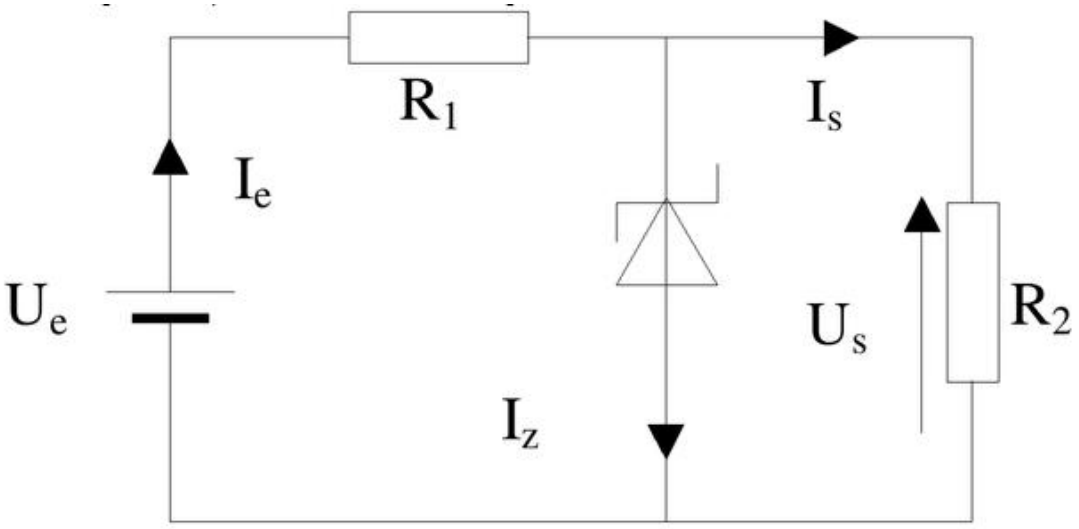


FIGURE 3.11 – Conception de PCB diode sous ARES

3.3 Création de page web

Dans le cadre de la création de notre page web, notre travail se divise en deux parties distinctes : le backend et le frontend.

3.3.1 Le backend

Dans cette section nous parlons du serveur web que nous avons créé, nous utilisons Node.js avec le framework Express pour gérer les requêtes HTTP et construire notre application web. Le serveur utilise également plusieurs modules complémentaires tels que express-session, onoff, cors, fs, path, body-parser et multer pour étendre les fonctionnalités de base.

```
const express = require('express');
const session = require('express-session');
const app = express();
const Gpio = require('onoff').Gpio;
const cors = require('cors');
const fs = require('fs');
const path = require('path');
const bodyParser = require('body-parser');
const multer = require('multer');
```

FIGURE 3.12 – Les modules de serveur

Un objet storage est créé pour spécifier le répertoire de destination et le nom de fichier pour les fichiers téléchargés à l'aide du module multer. Nous avons ensuite utilisé express-session pour gérer les sessions des utilisateurs. Express-session nous permet de maintenir l'état et l'authentification, de stocker des informations spécifiques à chaque utilisateur et de configurer des règles d'expiration des sessions. Cela renforce la sécurité de l'application et simplifie la gestion des données utilisateur.

```
// Specify the destination directory and filename for uploaded files
const storage = multer.diskStorage({
  destination: (req, file, cb) => {
    cb(null, path.join(__dirname, 'public/uploads'));
  },
  filename: (req, file, cb) => {
    cb(null, file.originalname);
  }
});
// Configure session middleware
app.use(session({
  secret: 'your-secret-key',
  resave: false,
  saveUninitialized: true
}));
```

FIGURE 3.13 – Multer et express-session

Les données soumises via les formulaires des pages des compte rendus sont extraites de la requête et stockées dans des fichiers JSON distincts.

Pour accéder aux fichiers JSON stockés, nous avons une route dédiée /data-files qui renvoie la liste des fichiers JSON présents dans le répertoire de données.

```
// Endpoint to get the list of JSON files in the "data" directory
app.get('/data-files', (req, res) => {
  const dataDirectory = path.join(__dirname, 'data');
  fs.readdir(dataDirectory, (err, files) => {
    if (err) {
      console.error(err);
      res.status(500).json({ error: 'Internal Server Error' });
    } else {
      const jsonFiles = files.filter(file => path.extname(file) === '.
      res.json(jsonFiles);
    }
  });
});
```

FIGURE 3.14 – Data files

Notre serveur utilise un schéma de routage simple pour gérer différentes requêtes HTTP. Nous avons défini les routes pour les pages de connexion, les pages du compte rendu, la page d'accueil et la page d'administration.

Pour garantir que chaque étudiant dispose d'une combinaison différente lorsqu'il travaille avec des résistances et des condensateurs, nous avons utilisé la fonction "generateRandomCombination". Cette fonction génère aléatoirement une combinaison de broches GPIO qui correspond à une configuration spécifique de résistances et de condensateurs. En utilisant cette approche, chaque étudiant aura une expérience différente et pourra expérimenter avec différentes configurations, ce qui favorise une meilleure compréhension et un apprentissage plus approfondi.

```
function generateCombinationCode() {
  const randomIndex = Math.floor(Math.random() * combinations.length);
  const pins = combinations[randomIndex].map(pin => {
    gpioPins[pin - 21].writeSync(1); // Set the pin to high
    return pinNames[pin]; // Get the new pin name
  });
  return { pins };
}
```

FIGURE 3.15 – La fonction generate Combination Code

Le serveur prend également en charge l'authentification d'un administrateur. Lorsque

les informations d'identification de l'administrateur sont soumises via le formulaire de connexion d'administration, le serveur les vérifie et autorise l'accès à la page d'administration si elles sont valides.

Ensuite, nous avons créé des instances de Gpio (broches GPIO) à l'aide du module onoff. Ces instances représentent les broches de notre Raspberry Pi qui seront utilisées pour contrôler les switches et les composants électroniques.

```
const Pins = [
  new Gpio(4, 'out'),
  new Gpio(14, 'out'),
  new Gpio(15, 'out'),
  new Gpio(18, 'out'),
  new Gpio(20, 'out'),
  new Gpio(27, 'out'),

];
```

FIGURE 3.16 – Les pins GPIO

Finalement nous définissons une constante port avec la valeur 8080, qui représente le numéro de port sur lequel notre serveur Web sera exécuté. Nous utilisons aussi la méthode "listen" de l'objet "server" pour démarrer le serveur et écouter les requêtes entrantes sur ce port spécifié.

```
const port = 8080;
const server = app.listen(port, () => {
  console.log(`Server is running on port ${port}`);
});
```

FIGURE 3.17 – Le port

Nous avons également mis en place un VPN (OpenVPN) sur la Raspberry Pi pour permettre un accès à distance sécurisé à notre serveur web ainsi qu'à l'interface web de Redpitaya. Le VPN crée un tunnel crypté entre les utilisateurs distants et le réseau local, garantissant ainsi la confidentialité et la sécurité des données échangées. Cela permettra aux étudiants ou aux utilisateurs autorisés d'accéder à l'interface web de Redpitaya et de contrôler les fonctionnalités du générateur de signaux et de l'oscilloscope à distance, offrant ainsi une flexibilité supplémentaire pour les travaux pratiques et les expériences en électronique.

Pour faciliter le transfert de port (port forwarding) du VPN, nous avons utilisé Ngrok, un outil qui permet d'exposer les ports de notre réseau local de manière sécurisée sur Internet.

Grâce à cette configuration, les clients distants peuvent se connecter facilement et en toute sécurité à notre VPN, en utilisant l'URL fournie par Ngrok. Cela a éliminé la nécessité de configurer manuellement le transfert de port sur les routeurs et pare-feux du réseau local, simplifiant ainsi le processus de connexion distante.

3.3.2 Le front end

Le front-end d'une application web est la partie visible et interactive avec laquelle les utilisateurs interagissent directement. Dans notre projet des TP à distance, nous avons créé une page d'accueil attrayante pour les étudiants.

La page d'accueil de notre application présente un menu avec les différents départements disponibles. Les étudiants peuvent choisir leur département et accéder aux travaux pratiques et aux ressources correspondantes.

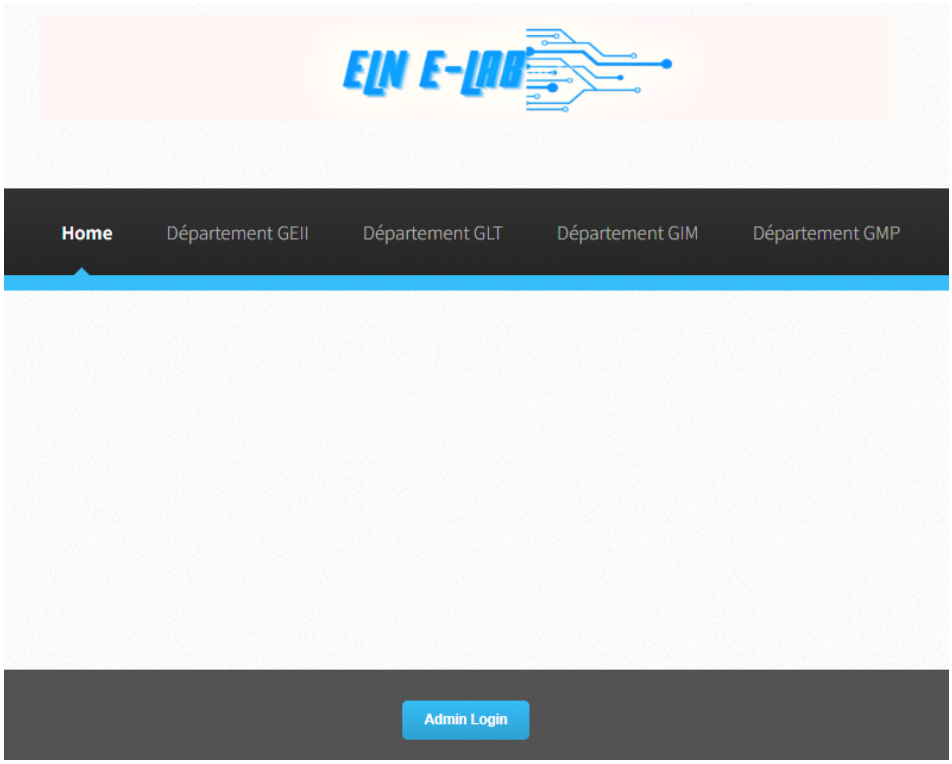
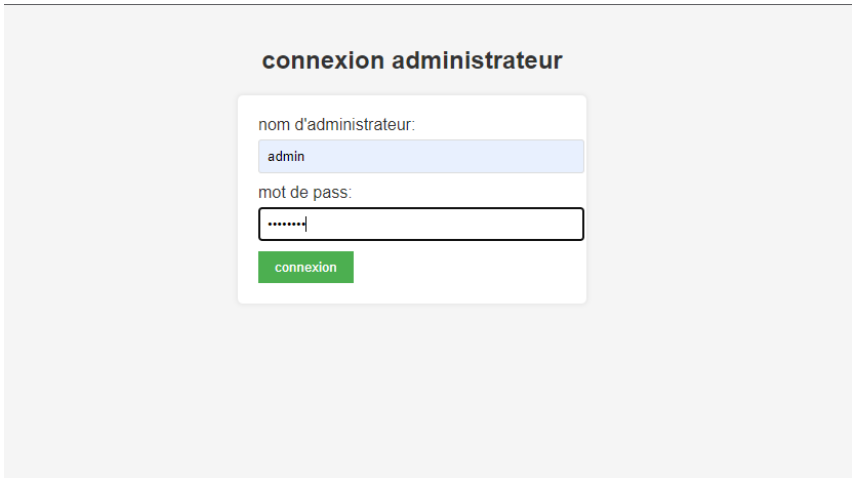
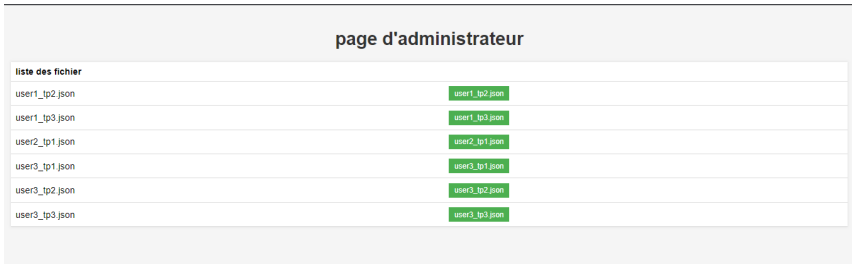


FIGURE 3.18 – Page d'accueil



(a) L'authentification d'administrateur



(b) La page d'administrateur

FIGURE 3.19 – La page d'administrateur

De plus, il y a un bouton de connexion réservé aux administrateurs pour accéder aux travaux des étudiants. la page des administrateurs nécessite une authentification pour que les enseignants puissent consulter les rapports soumis par les étudiants et évaluer leurs performances.

Dans la section du département GEII, la page dédiée nécessite une authentification des étudiants. Les étudiants doivent se connecter avec leurs identifiants pour accéder au contenu spécifique au département GEII, tels que les énoncés des TP au format PDF, et pages des comptes rendus de chaque TP.



(a) La page GEII



(b) La page d'authentification

FIGURE 3.20 – La page de GEII et l'authentification

La figure suivante présente les différentes parties de notre page web.

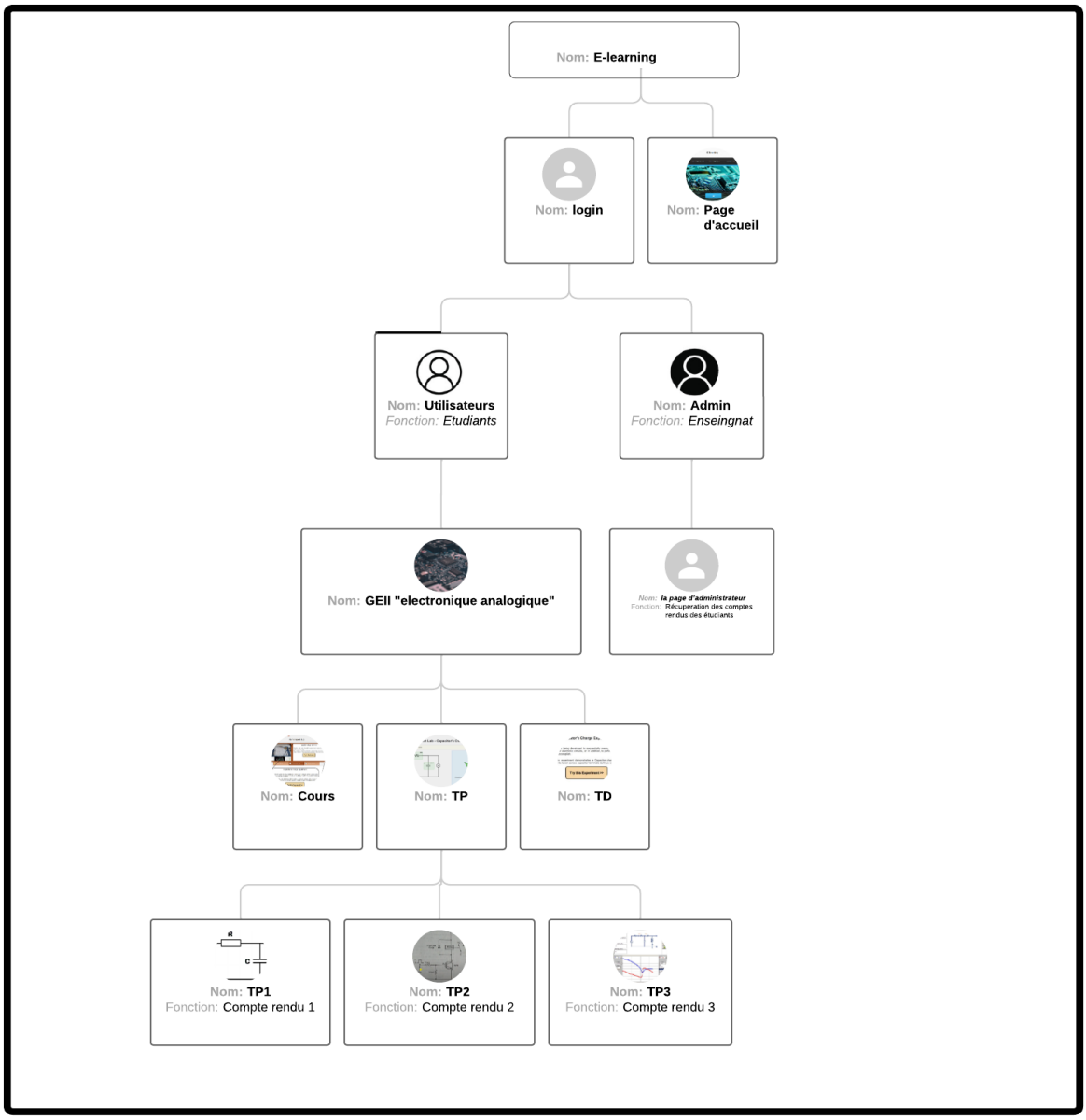


FIGURE 3.21 – Schéma fonctionnel de la page web.

3.4 Conclusion

Dans ce chapitre , nous avons traité deux parties essentielles :

— Pour la première partie , notre premier travail se base sur la conception et la réalisation des cartes tp. Il est important de noter que chaque composant a ses

propres spécifications et limitations, et il est essentiel de les comprendre et de les prendre en compte lors de la conception et de la manipulation des circuits pour obtenir des résultats fiables et précis.

— Pour la deuxième partie , nous abordons l'aspect d'implémentation du projet. Nous avons essayé de présenter de façon détaillée l'ensemble des fonctionnalités assurées par notre plateforme, ainsi que certaines interfaces de notre système, notamment l'interface pour chaque acteur et les interfaces de leurs activités . A la fin de ce chapitre , nous pouvons affirmer que notre système avec toutes ses fonctionnalités offre aux différents acteurs (étudiants, tuteurs) une plate forme simple et performante pour réaliser leurs activités. Ce système offre aux groupes des apprenants des outils de communication qui leur permettent de réaliser collaborativement leurs travaux pratiques.

Chapitre 4

Résultats et discussions

4.1 Introduction

Dans ce dernier chapitre de notre projet, nous allons explorer les résultats obtenus. Nous allons discuter des performances de notre solution et de ses fonctionnalités. Nous partagerons les résultats de nos expérimentations et analyserons les implications de nos découvertes.

Le résultat final de notre projet est la conception et la réalisation d'une plateforme de travaux pratiques à distance en utilisant la carte Redpitaya et la Raspberry Pi. Cette plateforme a été développée dans le but de permettre aux étudiants d'effectuer des expériences pratiques en électronique, même à distance.

Grâce à la combinaison de la carte Redpitaya, qui offre des fonctionnalités de génération de signaux et d'oscilloscopie, et de la Raspberry Pi, qui agit en tant que serveur web et permet le contrôle des switchs connectés aux cartes des TP, nous avons créé un environnement virtuel interactif et immersif.

4.2 Description des TP

4.2.1 Etude des circuits RC

la première carte de Tp qu'on a réalisé est le circuit RC, cette carte présente une fonctionnalité d'une possibilité de basculer entre le circuit RC et le circuit CR.

Le premier TP, "Étude temporelle des circuits RC", permet aux étudiants d'explorer les comportements temporels des circuits RC/CR. À l'aide de la carte de TP, les étudiants peuvent avoir de différentes combinaisons des résistances et des condensateurs, et observer les réponses des circuits en termes de charge et de décharge des condensateurs. Ils peuvent visualiser la tension de sortie et analyser les caractéristiques temporelles des circuits.

Le deuxième TP, "Étude fréquentielle des circuits RC", se concentre sur les propriétés fréquentielles des circuits RC/CR. Les étudiants peuvent examiner comment la réponse en fréquence des circuits varie en fonction des valeurs des composants. Ils peuvent générer des signaux sinusoïdaux/carrés à différentes fréquences à l'aide de la carte redpitaya et mesurer les amplitudes et les déphasages des signaux de sortie. Cela leur permet de bien comprendre les filtres RC, tracer le diagramme de Bode et mesurer la fréquence de coupure.

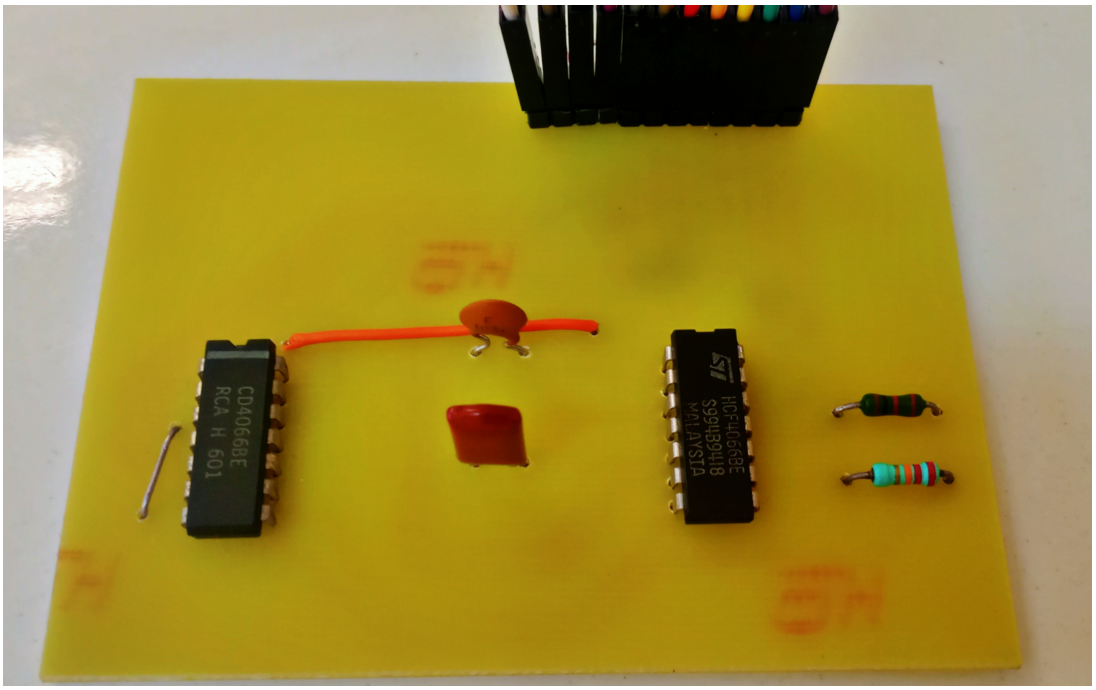


FIGURE 4.1 – Carte tp RC.

4.2.2 Etude de diode

Nous avons également réalisé une carte d'étude des diodes. Cette carte nous permet d'explorer les caractéristiques statique et dynamique et le comportement d'une diode bipolaire au silicium et d'une diode Zener.

Ce TP permet aussi d'étudier le processus de redressement simple alternance de tension avec la possibilité de commuter entre les deux diodes. En complément, nous avons ajouté un relais pour activer un condensateur en sortie du circuit de redressement. Les étudiants peuvent observer l'effet du condensateur sur la tension de sortie.

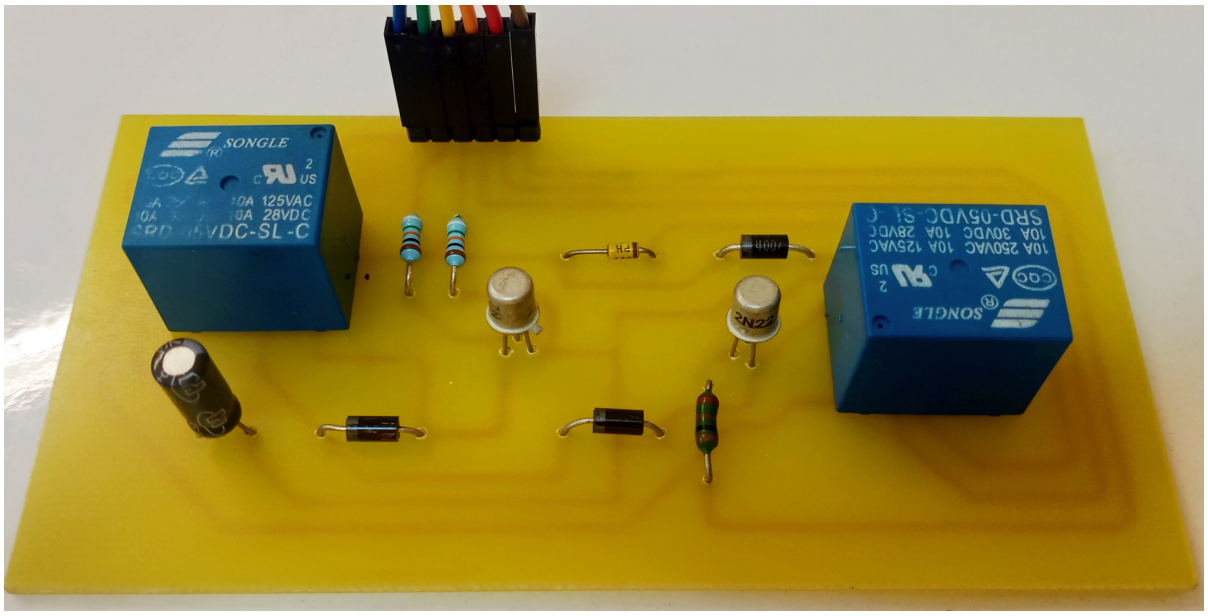


FIGURE 4.2 – Carte tp diodes.

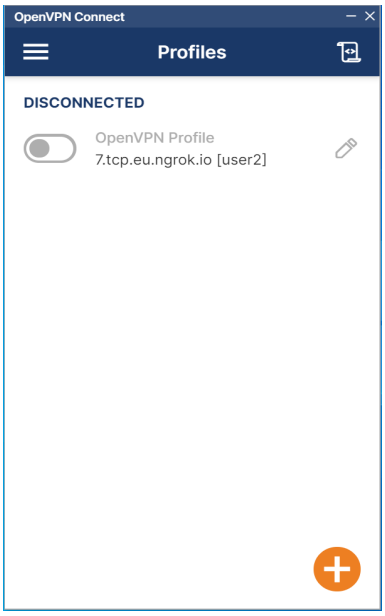
4.3 Manipulation à distance des travaux pratiques

La réalisation des travaux pratiques à distance s'effectue via l'interface web que nous avons créée et qui se connecte facilement au serveur Node.js. Ce serveur, hébergé sur la Rapberry pi est accessible en spécifiant simplement son adresse IP. Cette architecture permet une interaction transparente entre l'interface web et le serveur, offrant aux étudiants une expérience fluide et intuitive pour réaliser leurs travaux pratiques à distance.

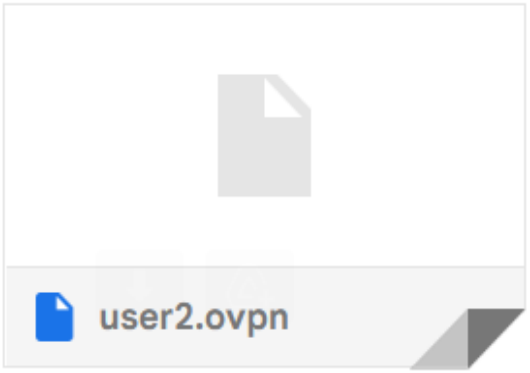
4.3.1 Méthodologie

Nous avons développé une méthodologie que les étudiants doivent suivre pour manipuler un TP d'électronique à distance sur notre plateforme :

— Avant de pouvoir accéder à la plateforme, les étudiants doivent d'abord se connecter à un réseau privé virtuel (VPN) en utilisant OpenVPN Connect. Pour cela, ils doivent télécharger ce logiciel et importer un fichier de configuration comme il est indiqué dans la figure [4.3a]. Chaque étudiant dispose d'un fichier de configuration individuel portant son propre nom.



(a) OpenVPN connect.



(b) Fichier de configuration d'utilisateur

FIGURE 4.3 – Connection à un réseau privé virtuel (VPN)

— Accès à la plateforme : Les étudiants doivent se connecter à notre plateforme à travers un lien (voir la figure [4.4]) en utilisant leur identifiant d'utilisateur et mot de passe fournis [3.20b]. ils pourront télécharger l'énoncé du TP sous format pdf.

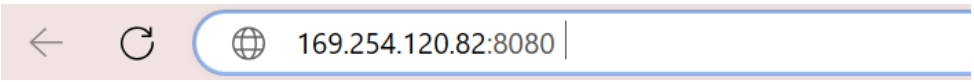


FIGURE 4.4 – Lien.

— L'étudiant sélectionne la manipulation à étudier parmi les TP disponibles [3.20a]. En arrière-plan, des requêtes http sont envoyées au serveur qui va les interpréter et les traduire en commandes.

— Les pages des comptes rendus constituent une partie essentielle de notre plateforme de travaux pratiques à distance. Elles permettent aux étudiants de :
  — Visualiser l'interface de la Redpitaya.
  — Réaliser les expérimentations nécessaires.
  — Faire des captures d'écran sur les résultats.
  — Répondre aux questions des TP.
  — Tracer des graphes à partir des valeurs.

  Remarque importante : l'étudiant doit compléter toute la page pour qu'il puisse

terminer et envoyer son rapport.

4.4 Résultats

La figure suivante [4.5] présente l'image du matériel utilisé dans notre système de laboratoire à distance. Ce module d'expérimentation comprend divers types de circuits tels que des filtres passifs, redresseurs, des oscillateurs et des générateurs de signaux intègrés sur la carte redpitaya.

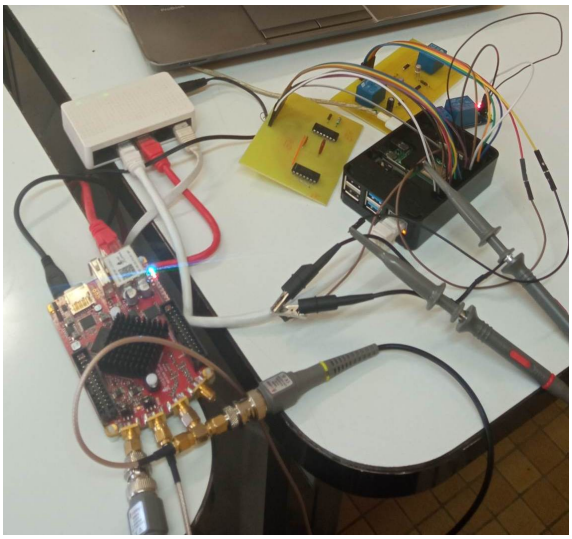
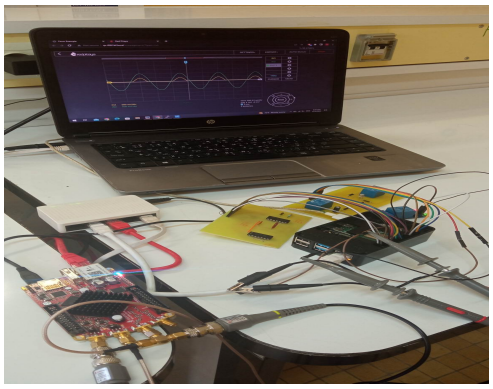


FIGURE 4.5 – Matériel utilisé dans notre système

Après avoir sélectionné le bouton indiqué dans la figure (4.6b) , l'étudiant sera redirigé vers l'interface de red pitaya (oscilloscpe and generator) où il pourra modifier les valeurs selon l'énoncé du TP. Sur cette page, il y aura des champs de saisie ou des menus déroulants permettant à l'étudiant de spécifier les valeurs requises (tension, fréquence).

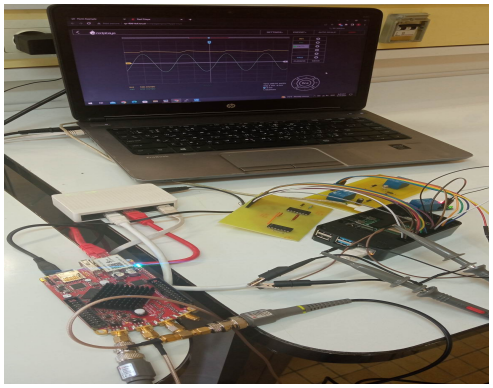
Pour que l'étudiant puisse passer vers la deuxième partie du TP diode avec un condensateur de 4.7 uF. Il devra sélectionner le bouton indiqué dans la figure (4.8b). Dans cette partie, on remarque dès que la diode se bloque, le condensateur se décharge dans la résistance.



(a) Circuit diode



(b) bouton d'activation



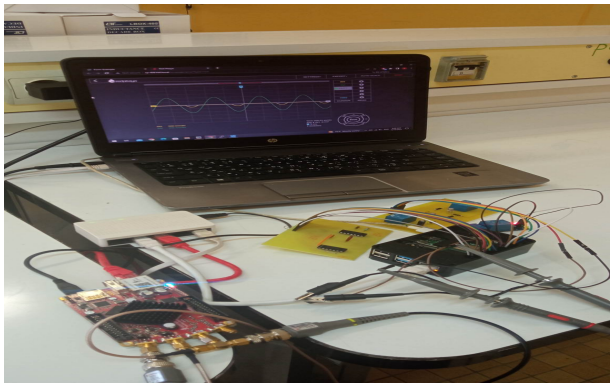
(c) Circuit diode avec condensateur



(d) Activation de condensateur

FIGURE 4.6 – Résultat final du circuit d'une diode

Pour la troisième partie de la manipulation, la diode précédente est remplacée par une diode Zener dans une polarisation inversée qui est utilsée dans l'étude statique en tension continue en polarisation inverse.Une fois que l'étudiant a sélectionné le bouton approprié (indiqué dans (4.7b)).

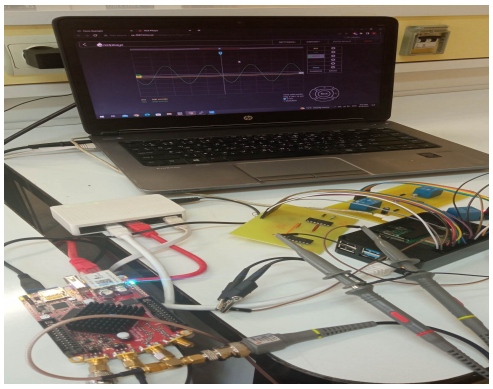


(a) Circuit diode zener



(b) bouton de changemenent de diode

FIGURE 4.7 – Résultat finale du circuit d'une diode zener.



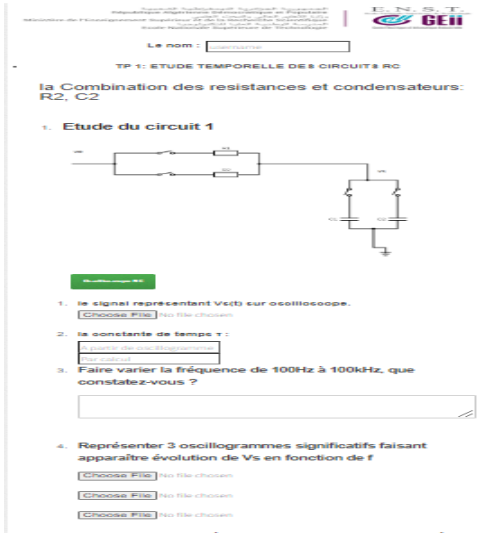
(a) Diode zener avec un condensateur



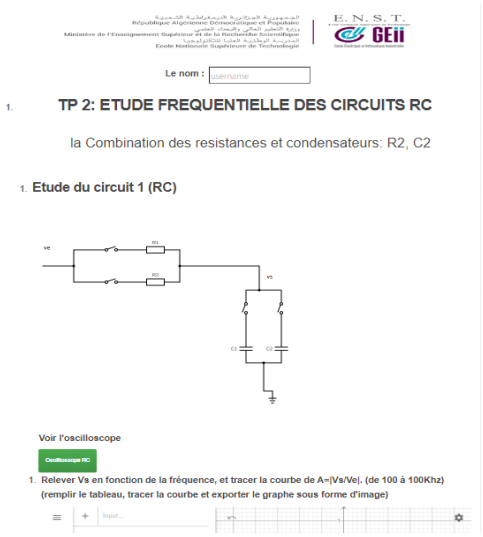
(b) Activation de condensateur

FIGURE 4.8 – Résultat finale du circuit d'une diode zener avec condensateur.

Pour le resultat de la deuxième manipulation comme on l'a déjà expliqué, la carte de TP des circuits RC permet de réaliser plusieurs montages. Chaque étudiant peut obtenir des résultats différents en fonction des combinaisons de composants et des valeurs utilisées dans les montages. La figure suivante illustre le compte rendu de cette manipulation .



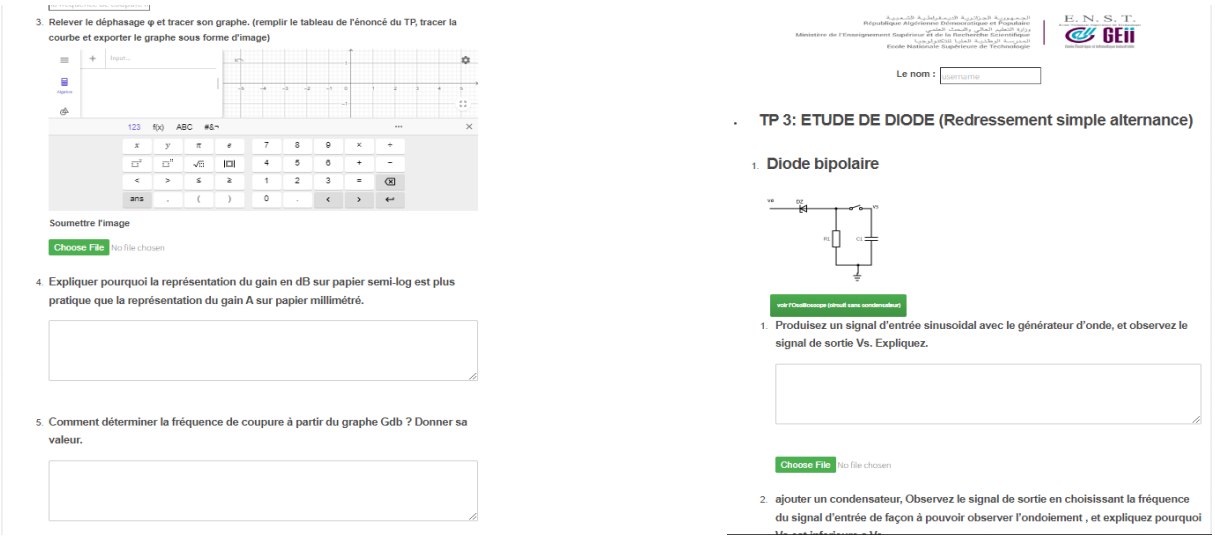
(a) TP1



(b) TP2

FIGURE 4.9 – Exemplaires des comptes rendus de lapremière carte.

Les pages des comptes rendus fournissent un espace où les étudiants peuvent enregistrer leurs observations, les mesures et les calculs réalisés pendant le TP comme il est indiqué dans les figures suivantes :



(a) La suite de tp2 (b) TP3

FIGURE 4.10 – Les comptes rendus

La transmission directe des comptes rendus des étudiants aux pages des administrateurs améliore l'efficacité du processus d'évaluation et de suivi. Les enseignants peuvent gérer les travaux pratiques de manière plus fluide et réactive, en évitant les délais et les erreurs liés à la collecte manuelle des comptes rendus. La figure suivante nous illustre l'un des comptes rendus récupère.

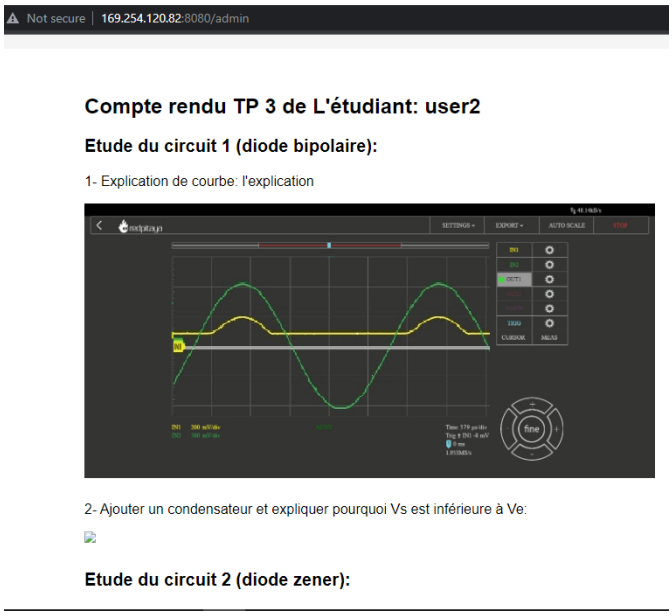


FIGURE 4.11 – La page d'administrateur

En comparant les résultats des TP en présentiel qu'on a fait dans le chapitre 3 avec ceux des TP à distanc. Il a été observé que les résultats des deux approches sont presque

similaires. Cela indique que les TP à distance sont aussi efficaces que les TP en présentiel en termes de performance et de compréhension des concepts.

4.5 Discussion :

D'après l'analyse des résultats des tests de notre projet, on peut dire que le laboratoire peut fonctionner de manière satisfaisante.

- Le Raspberry Pi 4 fonctionne très bien et offre plusieurs avantages pour la conception de notre laboratoire à distance. Grâce à ses faibles besoins en énergie, son coût abordable et ses dimensions réduites, le Raspberry Pi 4 offre une solution puissante et économique pour les laboratoires à distance.
- L'utilisation du Red Pitaya comme équipement d'instrumentation présente plusieurs avantages, notamment une solution plus économique, compacte et stable.
- L'utilisation de vpn permet d'accéder à la plateforme en toute confiance et profiter des TP d'électronique à distance de manière sécurisée et confidentielle.

4.6 Conclusion :

En conclusion de ce chapitre, nous avons présenté les réalisations concrètes de notre projet de fin d'études axé sur la plateforme de travaux pratiques à distance utilisant la carte Redpitaya et la Raspberry Pi. Nous avons développé une interface web interactive permettant aux étudiants d'accéder aux travaux pratiques, d'interagir avec les circuits expérimentaux et de soumettre leurs réponses pour évaluation.

Nous avons réussi à concevoir et à réaliser deux cartes de travaux pratiques : le circuit RC et le circuit de redressement avec une diode bipolaire et une diode zener. Ces cartes offrent aux étudiants la possibilité d'explorer et d'expérimenter les propriétés des circuits électriques de manière pratique et interactive.

Nous avons également mis en place un système d'authentification pour assurer la sécurité des utilisateurs et un système d'évaluation qui permet aux enseignants de consulter le travail des étudiants.

Conclusion générale et perspectives

Conclusion

L'objectif de ce travail est de concevoir et mettre en place une plateforme travaux pratiques à distance dans le domaine de l'électronique. Cette recherche vise à contribuer au développement de méthodes de pilotage de TP à distance en utilisant une interface Web, que ce soit sur le campus universitaire ou en dehors. Le point de départ de ce mémoire est le constat que la plupart des solutions existantes pour les TP à distance reposent sur des équipements coûteux ou nécessitent des logiciels payants. Nous avons donc démontré qu'il est possible de contrôler les TP d'électronique en ligne en utilisant des solutions open source, ce qui permet de réduire les coûts de développement et de maintenance.

Un état de l'art sur les laboratoires à distance a été réalisé. Par la suite, nous avons présenté notre propre structure et abordé toutes les parties du système. Les travaux réalisés permettent de piloter les cartes modulaires de travaux pratiques grâce aux systèmes embarqués modernes Raspberry Pi et Redpitaya. Ces cartes implémentent un serveur Web embarqué et un autre serveur d'application développé qui contrôle le dispositif de commutation par les sorties numériques. De plus, ces systèmes embarqués assurent l'interaction avec les équipements connectés avec l'environnement de l'expérimentation. L'ensemble des équipements et des circuits constituant la maquette de TP sont reliés au réseau, et sont ainsi accessibles depuis l'extérieur.

Perspectives

Il est possible d'étendre cette plateforme en ajoutant davantage de fonctionnalités aux solutions sans fil, en particulier pour la page web. Par exemple, nous pouvons étendre la solution distante pour permettre à l'utilisateur de contrôler le démarrage de l'expérience à distance en ajoutant des actionneurs à nos configurations. Cela multiplierait encore les avantages que les étudiants pourraient obtenir.

Dans le cadre des perspectives futures, nous envisageons de concevoir de nouvelles cartes de TP, notamment pour les amplificateurs opérationnels et la caractérisation des transistors. Ces cartes permettront aux étudiants d'approfondir leur compréhension de l'électronique analogique en explorant différents montages et en réalisant des expériences

pratiques.

Par ailleurs, nous prévoyons d'intégrer une base de données cloud afin d'archiver les rapports des étudiants. Cette fonctionnalité offrira aux enseignants un moyen efficace de gérer et de consulter les rapports, facilitant ainsi l'évaluation des travaux des étudiants. De plus, cela permettra aux étudiants de partager leurs rapports avec leurs pairs et de les conserver pour référence future.

Annexes

Configuration de la carte raspberry

Installation de Raspbian OS

La première chose qui nous vient à l'esprit afin de configurer une carte éléctronique, est le choix du langage de programmation.On choisit raspbian, car c'est le système d'exploitation le plus compatible avec une large gamme de logiciels et de bibliothèques spécifiquement développés pour le Raspberry Pi. Il offre une prise en charge complète du matériel, ce qui permet d'exploiter pleinement les fonctionnalités du Raspberry Pi, tel que le GPIO (General Purpose Input/Output). Ensuite, on suit les étapes suivantes :

— **Installation Raspberry pi imager**

Dans cette partie, un logiciel appelé Raspberry pi imager fourni par le site officiel permet d'écrire l'image de Raspbian sur une carte SD vierge et formatée d'une taille minimale de 16G.[L5]

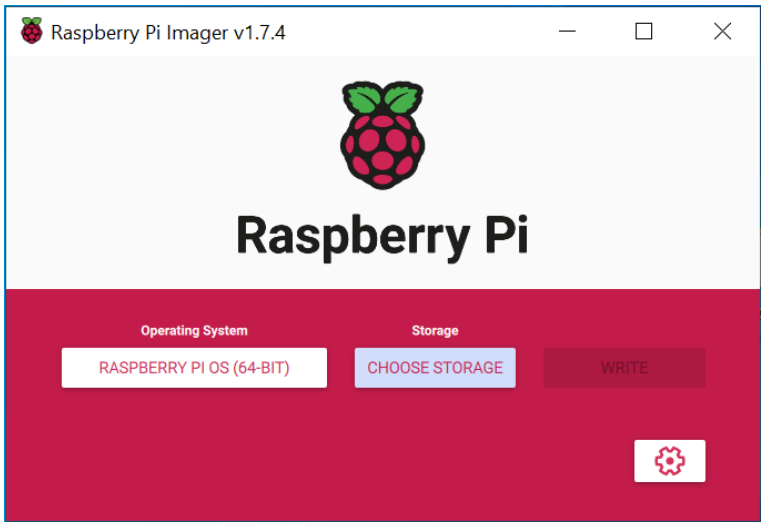


FIGURE 12 – Raspberry pi imager

— **l'insertion de la carte sd**

Il faut insérer la carte sd sur le Raspberry Pi et la connecter à un écran, un clavier et une souris. En cas d'absence de ces périphériques, nous devons utiliser le logiciel PUTTY et VNC viewer, en connectant l'extrémité du câble Ethernet au port Ethernet de l'ordinateur portable. Dans la fenetre d'un émulateur de terminal Putty, nous saisissons le nom de notre raspberrypi dans le champ "Host name" , le port est configuré sur "22" et le type de connexion est "SSH".

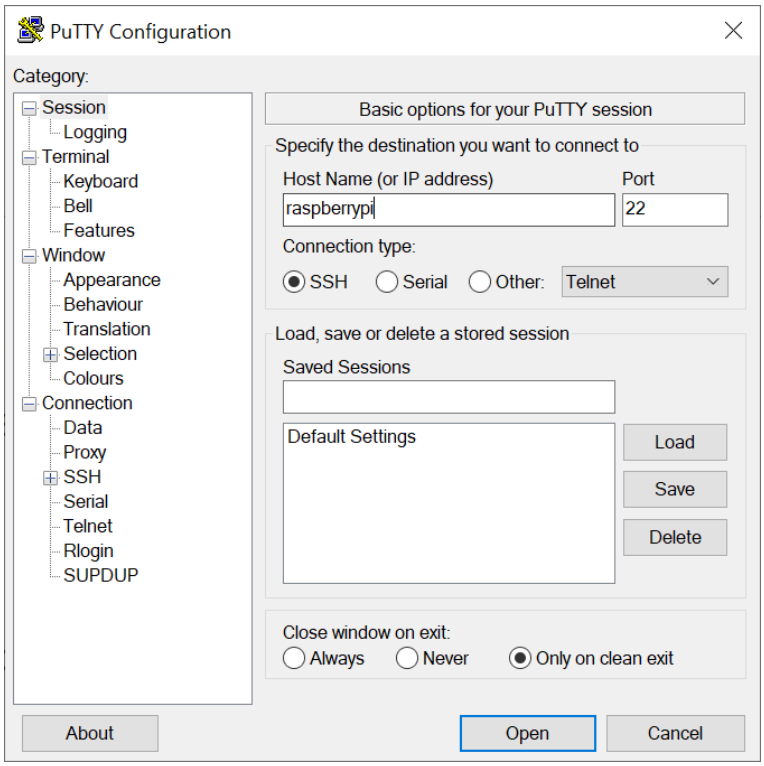


FIGURE 13 – putty

Il existe de nombreux logiciels clients VNC différents. Celui qu'on installera est celui de RealVNC

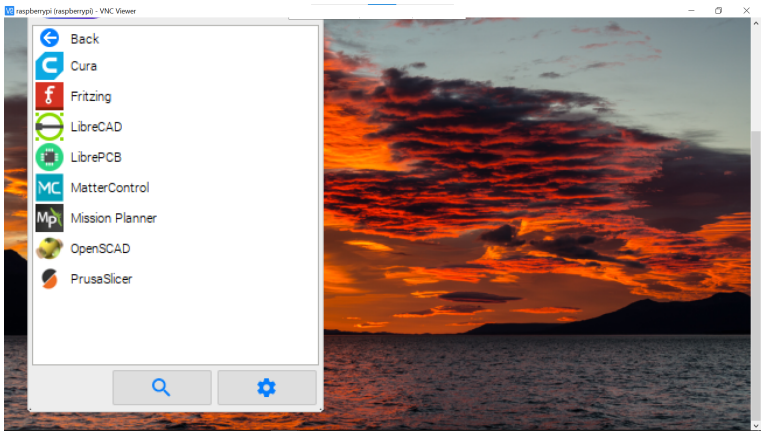
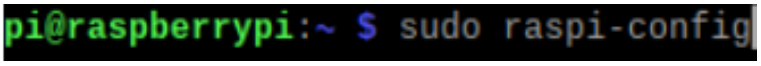


FIGURE 14 – VNC

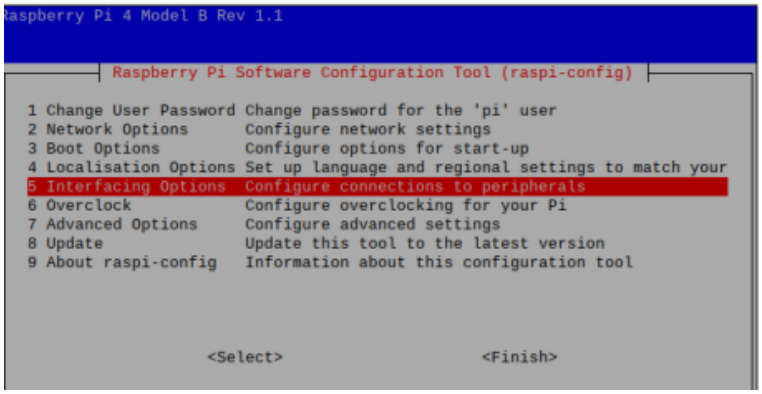
Activation des ports GPIO

Les GPIO avec des fonctions supplémentaires ne sont pas forcément activée dès le départ. C'est à nous de les activer dans Raspbian. Nous pouvons les activer de deux

façons différentes, soit par l'interface graphique de Raspbian, soit par la console. Sur la barre de menu nous devons cliquer dans la console et taper : sudo raspi-config Le menu



suivant s'ouvre on choisit le menu 5 : Interfacing Options



Enfin, on choisit P8 GPIO et on redémarre la Raspberry.

Page web avec gpio

L'utilisation des GPIO (General Purpose Input/Output) dans une page web avec Node.js implique les étapes suivantes :

1. **Configuration du serveur** : Nous devons configurer notre serveur Node.js pour pouvoir gérer les requêtes provenant de la page web. En utilisant un framework tel que Express.js pour créer un serveur web.
2. **Gestion des requêtes** : Une fois le serveur configuré, nous pouvons définir des routes pour répondre aux requêtes provenant de la page web.
3. **Utilisation des bibliothèques GPIO** : Dans la gestion des requêtes, nous pouvons utiliser des bibliothèques spécifiques pour interagir avec les GPIO de notre dispositif, telles que "onoff" ou "rpi-gpio" peuvent être utilisées pour contrôler les broches d'E/S.
4. **Réponse aux requêtes** :Lorsque le serveur reçoit une requête pour effectuer une action sur un GPIO, on peut utiliser la fonction "write" pour envoyer un signal électrique à une broche GPIO spécifique.

Configuration de red pitaya

Le logiciel qui gère notre RED PITAYA doit être monté dans une carte SD, afin qu'elle devienne opérationnelle. Les étapes suivantes indiquent comment préparer la carte SD :

— Tout d'abord il faut télécharger l'image du logiciel de RED PITAYA depuis le site officiel. Nom d'utilisateur : root

— En insérant la carte SD dans le lecteur de carte d'un PC on s'assure que la capacité de la carte ne dépasse pas les 32 Go vide et formatée.

Après avoir connecté l'alimentation fournie à Red Pitaya, les étapes de connexion via Ethernet sont simples. on connecte le câble Ethernet de Red Pitaya à notre ordinateur, on attend environ 30 secondes, puis on ouvre une fenêtre de navigateur Web et enfin on saisit rp-xxxxxx.local/ dans l'URL. L'adresse individuelle de chaque Red Pitaya se trouve sur l'étiquette imprimée située sur le dessus du port Ethernet

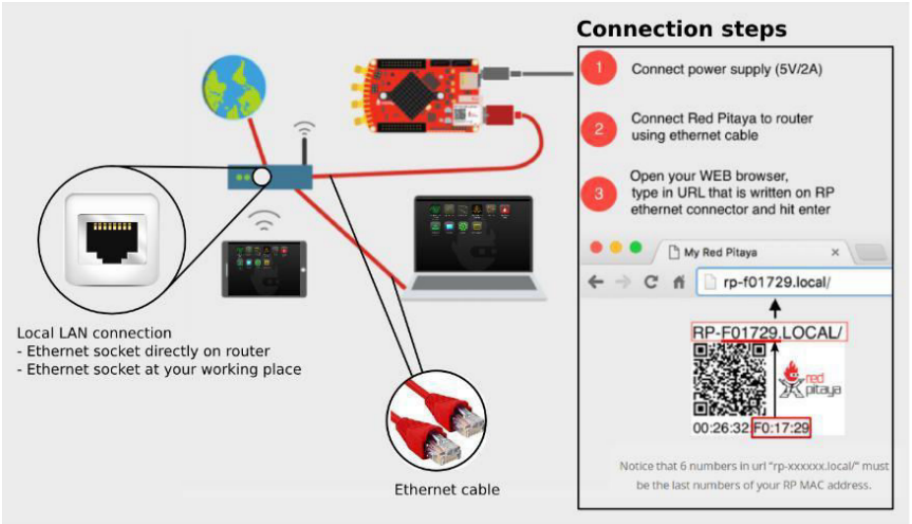


FIGURE 15 – Connection de red piataya

La page d'accueil de l'appareil s'affiche. Cela donne accès à plusieurs applications, comme l'oscilloscope qui a été utilisé dans ce mémoire.

Un oscilloscope d'échantillonnage numérique a deux canaux 14 bits et 125- Msample/s. Cette utilité sert à afficher la densité de flux magnétique induit et amplifié pour détecter des phénomènes relatifs à la compatibilité électromagnétique.

Connection SSH

Pour la plupart des actions nécessitant une interaction avec Red Pitaya, il est préférable de se connecter à l'appareil en utilisant SSH. Pour l'accès SSH, le nom de l'utilisateur et le mot de passe par défaut sont les suivants :

— Nom de l'utilisateur : root

— Mot de passe : root

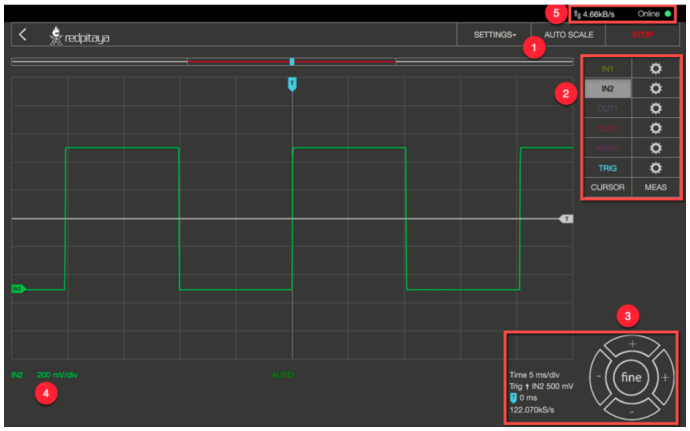


FIGURE 16 – L'oscilloscope

Manipulation

Une des applications principales des diodes consiste à transformer un signal alternatif, dans lequel le sens de circulation des électrons s'inverse à chaque demi-période, en un signal dans lequel les électrons circulent en sens unique.

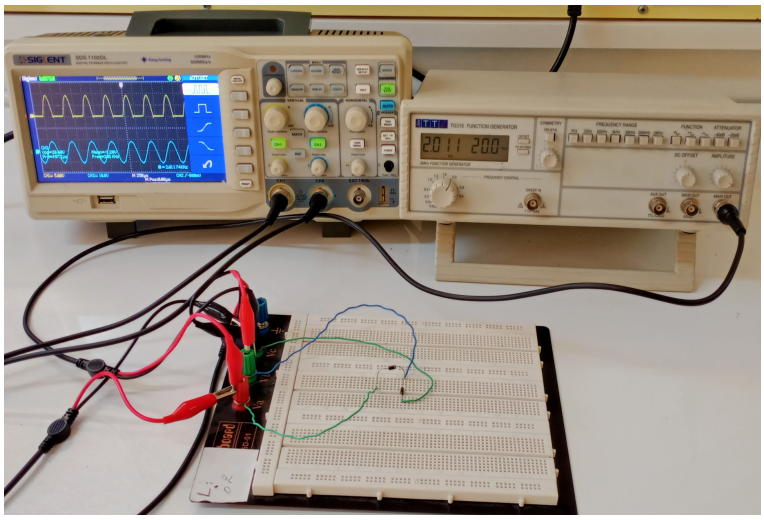


FIGURE 17 – Cas du redressement simple alternance

Pour la visualisation du signal de commande à la diode afin de relever la caractéristique I(V) nous pouvons utiliser un ampèremètre et un voltmètre pour observer les variations de tension et de courant à travers celles-ci.

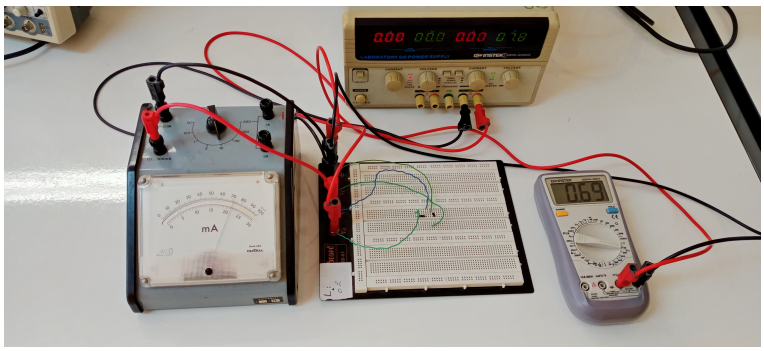


FIGURE 18 – Etude d'une diode bipolaire.

En ajoutant un condensateur, on remarque l'effet capacitif sur le signal de sortie. (comme le montre la figure),

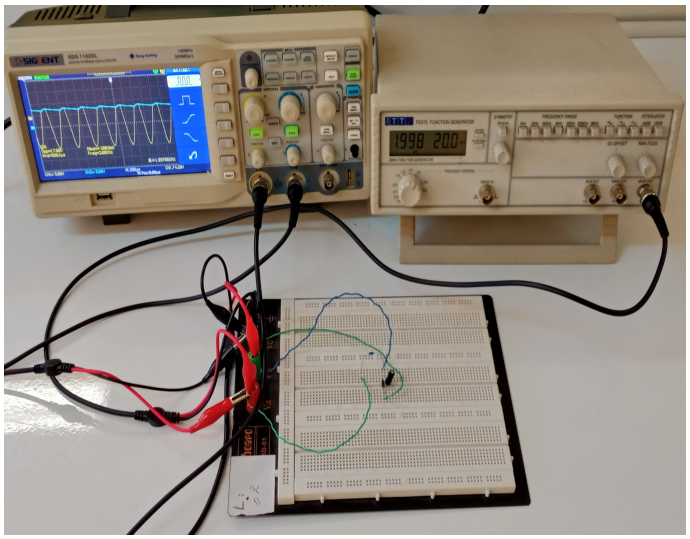


FIGURE 19 – Etude d'une diode avec un condensateur .

Bibliographie

[1] Patrick PREVOT Arnaud LELEVE, Cécile MEYER. Télé-tp : Premiers pas vers une modélisation. *Laboratoire ICTT (Interaction Collaborative, Téléformation, Téléactivités), INSA de Lyon.*

[2] Yves Granjon. La perception de l'enseignement à distance par les étudiants en situation de confinement : premières données. *open edition*, 19, 2021.

[3] t Brangier E Basque, J. Faut-il et comment développer le e-learning en entreprise ? *s C. LévyLeboyer, C. Louche et J.-C. Rolland (dir.),*, 19(1) :433–452, 2006.

[4] Annie. Jézégou. Créer de la présence à distance en e-learning. cadre théorique, définition, et dimensions clés. *Distances et savoirs, vol. 8, no. 2*, 19(2) :257–274, 2010.

[5] S.M. Rerbal B. Kouninef, M. Djelti. Conception et realisation d'une plate forme e-learning avec migration au m-learning. *Article de l'Institut des télécommunications d'Oran*, 19(4) :5, 2007.

[6] Guillaume Piolle Joris Deguet. Comment faire un tp ? *Université Joseph Fourier, Grenoble*, 19(5) :1, 2007-2008.

[7] Patrick Prévot Arnaud Lelevé, Hcene Benmohamed. Mise à distance de travaux pratiques en automatique. *Skholê : cahiers de la recherche et du développement, ffhal-00432586f*, 19(6) :87–99, 2008.

[8] Valentina Voinohovska Veselina Ancheva1. Minicomputer raspberry pi 4 as an effective instrument in conducting stem education in informatics classes. (6), 9th-10th November 2020.

[9] Andrew K Dennis. *Raspberry pi computer architecture essentials.* Packt Publishing Ltd, 2016.

[10] Peter Leban. *Red Pitaya User Manual.* February 17, 2014.

[11] Development of secure remote connection for the electronics laboratory based on red pitaya board. March 23-25, 2023.

[12] datasheet. *SRD05VDCSLC Datasheet.*

[13] *CD4066BC Quad Bilateral Switch.* Fairchild Semiconductor Corporation, November 1983.

[14] *JavaScript from Frontend to Backend.* Packt Publishing Ltd, july,2022.

[15] Émilie Courts. *Créer son site WebDu projet à la réalisation.* 5 allée de la 2e DB – 75015 ParisISBN 978-2-311-62161-7, 2016.

[16] Dhruti Shah. *Node.jsGuidebook.* Manish Jain for BPB Publications, 2018.

[17] datasheet. *QUAD BILATERAL SWITCH FOR TRANSMISSION ORMULTIPLEXING OF ANALOG OR DIGITAL SIGNALS.*

Webographie

[L1] http://netlab.unisa.edu.au/.

[L2] https://viblo.asia/p/lap-trinh-backend-la-gi-tu-hoc-lap-trinh-rest-api-voi-go

[L3] https://www.w3schools.com/html/html_editors.asp.

[L4] https://nodejs.dev/en/learn/.

[L5] https://raspberry-pi.fr/.