

P44 : Marteau de Thor



Etudiants : Matthieu Herwegh & Kevin Le Van Phung

I.M.A 4 : Année 2015-2016

Encadrants : Emmanuelle Pichonat



Sommaire

[Introduction](#)

[Cahier des charges](#)

[Gestion de l'information](#)

[Maintien](#)

[Autonomie](#)

[Evolution des Solution Techniques](#)

[Gestion de l'information](#)

[Maintien](#)

[Alimentation et Autonomie](#)

[Circulation électrique Socle-Marteau](#)

[Solution finale](#)

[Matériel](#)

[Fonctionnement : algorithme et circuit électrique](#)

[Réalisation du marteau](#)

[Conclusion](#)

Introduction

Thor est le dieu du tonnerre nordique. Réputé pour être le plus fort des guerriers, on ne peut le dissocier de son marteau Mjöllnir qui lui permet d'être le protecteur des dieux et des hommes. Ce marteau est l'arme la plus puissante des dieux. Il est capable de revenir dans les mains de son lanceur. Une autre particularité de ce marteau est qu'il n'est soulevable que par son propriétaire, digne de Mjöllnir.

Attiré par cet artefact mythologique, c'est sur cette seconde caractéristique que notre projet se penche. Depuis que Marvel a fait de Thor l'un de ses héros, son marteau est devenu aussi célèbre que le personnage. On peut donc aujourd'hui en retrouver en figurine mais aussi en jouet possédant cette même caractéristique. Nous allons donc étudier les différentes étapes nécessaires à sa réalisation. Pour cela nous allons d'abord présenter un cahier des charges puis nous nous pencherons sur différentes solutions techniques envisageables avant de présenter celles que nous avons choisi et leurs réalisations.

Le but du projet est donc de développer un marteau qui sera capable, comme dans la mythologie, de reconnaître son porteur et le cas échéant de permettre à celui-ci de soulever le marteau. Dans le cas contraire, le marteau restera juste cloué au sol.

Nous avons choisi de travailler sur ce projet car nous y voyions initialement la possibilité de tirer parti de nos spécialités respectives à savoir SA et SC. En effet, le marteau se doit de communiquer avec son environnement pour savoir comment agir et nous devons gérer son énergie au mieux pour lui assurer une autonomie maximale. De plus, le fait que ce projet se ramène à un univers connu de la plupart des gens (Marvel ou la mythologie nordique), fait de celui-ci un projet fortement attractif et susceptible de faire vitrine de la section IMA de par la forte notoriété que cet univers lui donne.

Cahier des charges

Si nous devons décrire le marteau en une phrase, il s'agit d'un marteau autonome qui reste collé au sol s'il n'est pas soulevé par son propriétaire. Nous devons donc nous pencher sur deux aspects : l'autonomie et le maintien. Autour de ces deux axes principaux on retrouve la gestion des informations qui va venir orchestrer l'ensemble.

Gestion de l'information

Pour gérer l'ensemble du marteau, un arduino semble être une solution correcte et à bas prix. En effet, on peut venir lire l'ensemble des informations souhaitées, les traiter puis commander le marteau. Si on ajoute en plus de ça la grande variété de "shields" disponibles sur Arduino, on peut trouver plusieurs solutions permettant de gérer la vérification d'identité du porteur de marteau.

Maintien

Le marteau doit être capable de résister à une tentative de le soulever si la personne qui essaie n'est pas la bonne.

Pour le maintien du marteau, l'électroaimant semble être une solution intéressante. En effet, basée simplement sur une bobine que l'on vient alimenter, un champ électromagnétique se forme et vient coller tout matériaux métallique à proximité. Ce choix permet donc de maintenir le marteau sur n'importe quel élément tel qu'une plaque d'égout par exemple.

Autonomie

Avec ces propositions de solutions, il est nécessaire d'alimenter à la fois l'arduino et l'électroaimant.

L'arduino nécessite une alimentation 5V. Il est donc possible de l'alimenter avec une pile ou un bloc de pile.

Un électroaimant, selon modèle, peut être alimenter en 12 ou 24V. Une alimentation sur batterie est donc une solution envisageable.

Evolution des Solution Techniques

Gestion de l'information

Dans cette partie l' Arduino reste la solution que nous utiliserons. Seuls les outils associés ont changé.

Nous avons tout d'abord voulu utiliser comme système de reconnaissance le lecteur d'empreinte digitale MIKROE-1722 du fabricant MikroElektronika, cette solution a été notre but pendant une longue période, trop longue... Nous n'avons en effet pas réussi à trouver le moyen d'utiliser ce composant malgré plusieurs semaines de recherches sur ce composant. Même avec l'aide de notre tuteur, Mme Pichonnat, nous n'avons pu trouver que des documentations fragmentaires sur le lecteur d'empreintes lui-même ou sur les composants le constituant. A la lumière de la soutenance il apparaîtrait que nous ayons eu un autre problème, nous n'avons pas su où chercher et quelles méthodes appliquer pour trouver les informations contenues dans le lecteur d'empreintes. Celui-ci est en effet équipé d'un bus I2C que nous n'avons pas eu la présence d'esprit d'interroger par le biais d'une connexion en série. Cela aurait pu nous permettre d'observer si le lecteur nous envoyait des informations sans même avoir besoin d'être appelé à le faire. C'est donc une suite d'erreur qui nous a donc empêché d'utiliser ce moyen pour reconnaître l'utilisateur.

Le moyen que nous avons ensuite pensé utiliser est une application Android. Cette application fonctionnait selon le principe suivant : nous la développons afin de pouvoir transmettre par la technologie NFC de l'android un tag que nous aurions choisi nous même (il aurait pu s'agir d'une suite de numéros). Couplé à un shield NFC sur l'Arduino, il nous aurait alors été facile d'identifier Thor et de débloquent le marteau.

Malheureusement, cette solution à dû être abandonnée au bout d'une semaine seulement puisque nos recherches nous ont informé que la communication NFC entre le shield NFC et un appareil Android était unilatérale...Il est seulement possible de lire un Tag NFC envoyé par l' Arduino vers l'Android. L'inverse n'est pas possible car les technologies utilisées sont incompatibles (le NFC a en effet beaucoup de normes différentes qui diffèrent selon l'appareil choisi).

La troisième solution que nous avons envisagé est celle qui a été mise en place lors de la présentation de notre projet. Il s'agit de l'identification par lecture du tag NFC de la carte étudiante. C'est une solution simple mais au vu du retard pris dans le développement du projet nous avons choisi de présenter une solution certes simple mais fonctionnelle plutôt qu'une solution à moitié développée qui ferait en

sorte que le prototype présenté ne soit pas en état de marche. Le programme de l'Arduino sera expliqué dans la partie suivante.

Nous avons donc été pris par le temps que nos recherches (maladroites et infructueuses) nous ont coûté. Mais nous avons toutefois réfléchi à une autre solution qui pourrait être une solution pour assurer une identification à distance de l'utilisateur du marteau.

Cette solution est le développement d'une application Android utilisant cette fois les protocoles de communication Bluetooth liés à un shield Bluetooth sur l'Arduino. Par manque de temps nous n'avons pu explorer cette piste plus loin mais cela aurait sans nul doute pu être un moyen de décider à distance qui peut débloquer ou non le marteau.

L'idée initiale était d'identifier Thor sur le marteau par le biais de la carte étudiante et d'ensuite lire le tag de cette carte grâce à l'application Android, qui en retenant celui ci, pourrait à tout moment l'envoyer par bluetooth et ainsi commander le déblocage du marteau sans aucun contact nécessaire.

Maintien

Pas de changements ici, il n'y a eu qu'une solution d'envisagée pour le maintien et l'électroaimant était une valeur sûre.

Alimentation et Autonomie

Le changement de solution pour l'alimentation vient d'une étude comparative entre la solution batterie et la solution secteur.

Pour batterie	Contre batterie
<ul style="list-style-type: none"> ● Ne Nécessite une communication socle /marteau ● Vrai marteau de thor, plus dans le thème (système totalement embarqué) ● Utilisable n'importe où 	<ul style="list-style-type: none"> ● Coût ● Autonomie ● Nécessite un circuit de recharge (donc coût supplémentaire)

Pour Socle	Contre socle
<ul style="list-style-type: none"> ● Alimentation continue, pas de problème d'autonomie ● Facilité de mise en œuvre ● Dimensionnement du marteau libre (seulement arduino dedans) 	<ul style="list-style-type: none"> ● Nécessite une communication socle /marteau

On voit dans ce comparatif qu'il est plus simple, moins coûteux et plus intéressant d'utiliser une alimentation secteur. Le choix de réaliser un socle vient du fait qu'il nous semble plus intéressant de brancher un socle et de poser le marteau dessus que de brancher le marteau sur secteur (perte de mobilité). On retrouvera donc l'alimentation ainsi que l'électroaimant dans ce socle.

Concernant l'alimentation de l'arduino au sein du marteau, nous nous basons sur un bloc de pile 1,5V. Au nombre de 4, nous pouvons délivrer une tension aux alentours de 6V à l'arduino.

Circulation électrique Socle-Marteau

Dans un premier temps, l'idée était de faire circuler la commande d'interruption d'aimantation par le biais de pins métalliques qui auraient concordé avec des perforations métalliques de manière à faire circuler le courant électrique lorsque les pins sont à l'intérieur des perforations. Nous avons rejeté cette idée car les efforts susceptibles d'être exercés sur les pins auraient pu abîmer voir casser ces pins.

La deuxième solution que nous avons adoptée nous a été proposée lors d'une rencontre avec Mme Pichonnat et M.Boé : il s'agit d'utiliser des aimants de petites tailles qui de par leur force d'attraction s'attireraient l'un l'autre et entreraient en contact permettant la libre circulation du courant.

Solution finale

Matériel

La solution retenue est donc la suivante :

- Pour le maintien, l'électroaimant est la seule solution envisagée et envisageable pour un projet économe. En effet nous aurions pu envisager des solutions mécaniques plus complexes mais le coût en aurait été augmenté et la difficulté de réalisation aussi
- Pour l'alimentation, nous sommes encore allé dans le sens de l'économie puisque la solution d'alimentation secteur dans un socle ne nécessitait pas de commander de batterie, juste d'utiliser l'une des alimentations de laboratoire disponibles dans les différentes salles d'électronique.
- Pour la gestion de l'identification, nous avons utilisé l'identification NFC par carte étudiante. Cela a plus été une décision prise pour avoir une solution fonctionnelle qu'un choix ferme et définitif pour le projet.
- Pour interagir avec l'utilisateur nous utilisons un shield NFC ainsi que trois LEDs pour donner les informations d'état à l'utilisateur.
- Enfin pour assurer la communication électrique entre le socle et le marteau, nous avons utilisé des aimants qui, lors de leur mise en contact l'un avec l'autre assurent la circulation du courant entre les deux parties.
-

Fonctionnement : algorithme et circuit électrique

Au niveau de l'arduino, nous utilisons le shield NFC avec sa bibliothèque pour pouvoir le programmer. Nous utilisons les commandes de bases telles que `nfc.tagpresent()` ou `nfc.read()` par exemple.

Dans notre code, nous retrouvons deux phases : une phase d'initialisation et une phase d'utilisation.

Lors de la phase d'initialisation, le marteau attend un enregistrement du futur Thor. Pendant cette phase, deux LEDs vertes et rouges clignotent à une fréquence de 1Hz.


```

// attente de la présence d'une carte pour initialiser
while (!nfc.tagPresent())
{
    Serial.println("NFC non present");
    digitalWrite(vert, HIGH);
    digitalWrite(rouge, HIGH);
    delay (500);
    digitalWrite(vert, LOW);
    digitalWrite(rouge, LOW);
    delay (500);
}
//enregistrement de l'ID de la carte
NfcTag carte = nfc.read();
String UID = carte.getUidString();

```

Dès l'identification du Thor, on peut enregistrer l'UID par la commande `getUidString()` et passer en mode d'utilisation.

En mode d'utilisation, le marteau attend le passage d'une carte étudiante pour en lire l'UID. Si ce dernier est identique à l'UID Thor, le marteau se déverrouillera, sinon, le marteau restera verrouillé.

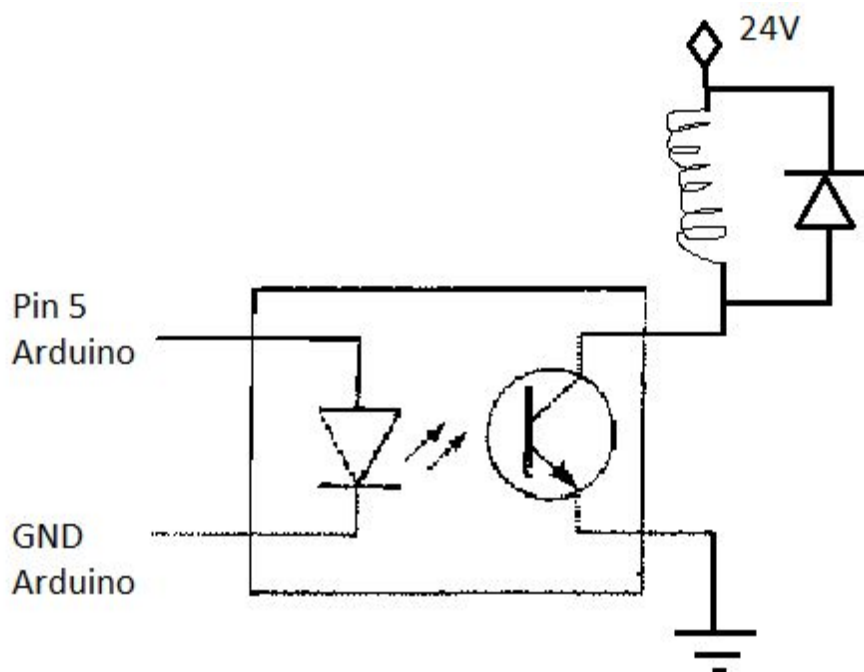
```

while (1)
{
    digitalWrite(vert, LOW);
    digitalWrite(rouge, LOW);
    if (nfc.tagPresent())
    {
        NfcTag pretendant = nfc.read();
        String ID_pretendant = pretendant.getUidString();
        if (ID_pretendant == UID)
        {
            Thor();
        }
        else
        {
            pasThor();
        }
        delay(500);
    }
}

```

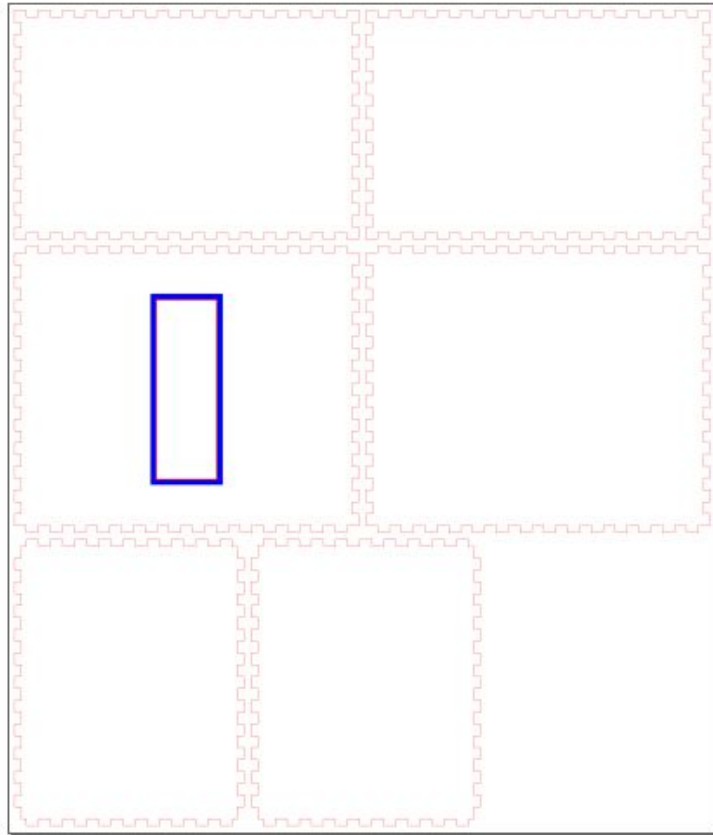
On remarque dans cette boucle qu'en phase d'attente, les LEDs vertes et rouges sont éteintes. Lorsqu'on détecte Thor, le programme Thor va permettre de déverrouiller l'aimant pendant 3 secondes et de faire clignoter 3 fois la LED verte. Au contraire, une mauvaise identification conservera l'aimant verrouillé et la LED rouge clignotera trois fois.

Pour déverrouiller le marteau, nous utilisons une pin de l'arduino couplée à un optocoupleur. Cet optocoupleur (composé d'une photodiode et d'un phototransistor) nous permet, en plus d'activer ou désactiver le maintien, de séparer les deux circuits. Nous avons fait ce choix pour sécuriser l'arduino en cas de retour de courant lorsque la bobine de l'électroaimant se vide. Nous avons aussi couplé à cela une diode de roue libre pour assurer la décharge de la bobine.



Réalisation du marteau

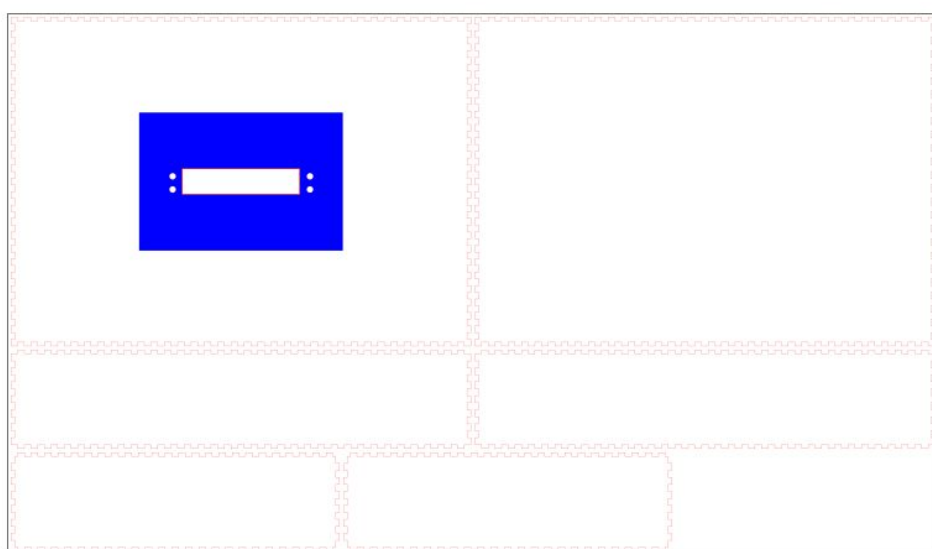
Pour réaliser le marteau physiquement nous avons choisi de nous baser sur du bois pour sa solidité et son bas coût. Nous avons notamment eu la possibilité de récupérer du contre-plaqué au Hall GTGC. Le marteau est de dimension 300x200x250 pour pouvoir intégrer l'ensemble des composants prévus initialement et être dans des dimensions semblables au vrai marteau. Le socle est de dimension 700x500x150 afin de pouvoir recevoir un homme dessus autour du marteau. Pour réaliser ce marteau, nous avons utilisé la découpe Laser du fabricarium. Nous nous sommes basés sur un outil qui permet de créer les plans de boîte de façon automatique pour réaliser nos plans de découpe. Nous avons ajouté des éléments sur ces plans pour notre projet.



Plan de découpe du marteau

Sur ce plan on retrouve une découpe au centre d'une planche permettant de placer des plaques de metal pour être aimantées. Le contour bleu est juste creusé pour ramener ces plaques le plus proche possible de l'électroaimant au travers du bois.

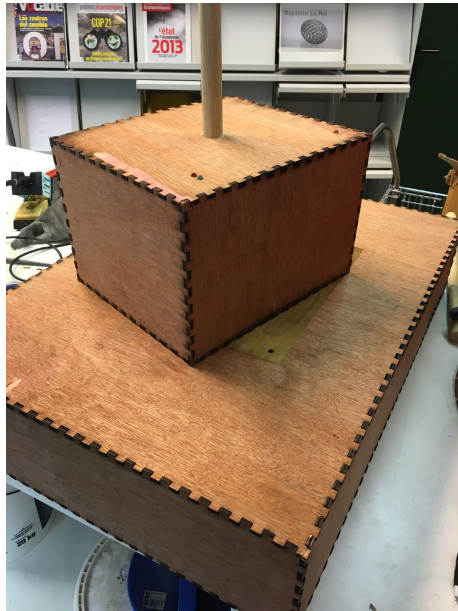
Par la suite nous avons percé le bois pour y placer les LEDs et les aimants.



Plan de découpe du socle

Sur ce plan de découpe du socle on peut retrouver les mêmes éléments que sur le marteau. La découpe centrale et les quatre cercles autour servent à fixer l'électroaimant. La zone bleue est creusée pour indiquer l'emplacement prévu pour le marteau. Cela nous permet de bien aligner marteau et socle pour la communication et l'aimantation.

Le marteau final et son socle ressemblent donc à :



Conclusion

Nous pouvons donc conclure en disant que ce projet nous a aidé à utiliser nos compétences développées au cours de cette année. Ce projet, bien que moins développé que ce que nous espérions initialement aura été très riche en expériences. Nous avons été confronté à de nombreux problèmes et les erreurs que nous avons commises nous amènerons, pour les futurs projets et notamment le PFE de 5ème année, à être beaucoup plus prudents dans nos choix et prompts à chercher d'autres solutions plutôt que de nous confronter à une difficulté que nous sommes dans l'impossibilité de résoudre.

Un grand apprentissage que nous retirons aussi de ce projet est que nous ne devons pas hésiter à faire appel à nos tuteurs qui ont souvent l'expérience des projets et peuvent nous fournir les idées et les outils pour se sortir d'une difficulté qui nous semblerait infranchissable.

Encore une fois, malgré le résultat loin des attentes que nous avions, la réalisation d'un prototype fonctionnel et les nombreuses expériences citées nous ont apporté une satisfaction à la fin de ce projet.