



Universitas Indonesia



Université de Bretagne Occidentale

**SISTEM PEMBANGKIT SINYAL PENGHALAU IKAN KEMBUNG
MENGUNAKAN MIKROKONTROLER EFM32**

TESIS

YUSMAR PALAPA WIJAYA

0906578453

FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO

DEPOK

JULI 2011



Universitas Indonesia



Université de Bretagne Occidentale

**SISTEM PEMBANGKIT SINYAL PENGHALAU IKAN KEMBUNG
MENGUNAKAN MIKROKONTROLER EFM32**

TESIS

YUSMAR PALAPA WIJAYA

0906578453

FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
PROGRAM STUDI DESAIN VLSI
DEPOK
JULI 2011

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tesis ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Yusmar Palapa Wijaya

NPM : 0906578453

Tanda Tangan : 

Tanggal : 29 Juli 2011

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya panjatkan kehadirat Allah SWT, atas segala nikmat yang diberikan-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan laporan ini. Dan tidak lupa, saya mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Eric Menut, pembimbing magang industri di IFREMER, Plouzane, Bretagne, Perancis
2. Bapak Prof. Gérard Tanné, penanggung jawab program *Master 2 Professionel Electronique des Systemes Communicants*, Université de Bretagne Occidentale, Brest, Perancis
3. Bapak Prof. Irwan Katili, selaku penanggung jawab program Double Degree Indonesia – Perancis di Fakultas Teknik Universitas Indonesia
4. Seluruh staf pengajar Fakultas Teknik Elektro Program Magister Universitas Indonesia
5. Seluruh rekan program DDIP 2010
6. Pihak keluarga yang mendukung penulis dalam melaksanakan segala aktifitas studi penulis.

Depok, 29 Juli 2011



Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Indonesia, Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Yusmar Palapa Wijaya
NPM : 0906578453
Program Studi : Desain VLSI
Departemen : Teknik Elektro
Jenis Karya : Tesis

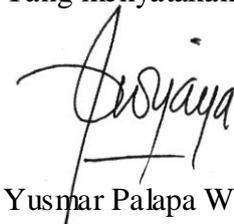
Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia hak bebas royalti non eksklusif (*non-exclusive royalty-free right*) atas karya saya berjudul : **Sistem Pembangkit Sinyal Penghalau Ikan Kembang Menggunakan Mikrokontroler EFM32** (judul asli : *Sea-Bream Repulsive*) beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak bebas royalti non eksklusif ini, Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengolah dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya tanpa meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Tanggal : 29 Juli 2011

Yang menyatakan,



Yusmar Palapa Wijaya

ABSTRAK

Laporan ini berisi tentang salah satu aplikasi sistem embedded yaitu untuk menghasilkan sinyal sembarang analog berbasis pewaktuan.

Predasi yang dilakukan oleh ikan kembung terhadap kerang telah mengurangi jumlah produksi kerang. Untuk itu, diperlukan sebuah piranti yang efektif untuk menghalau ikan tersebut dari area pengumpulan kerang.

Pendekatan yang dilakukan adalah mengaplikasikan teknologi suara bawah laut dengan pembangkit sinyal yang bekerja secara otonom. Sebagai penghasil sinyal, saya menggunakan development kit EFM32 berbasis mikrokontroler CORTEX M3. Karakter sinyal adalah sembarang dan dipancarkan oleh peneras suara bawah air. Piranti ini dapat dioperasikan oleh pengguna dengan mengatur saklar untuk menentukan frekuensi dan kemunculan sinyal tersebut.

Kata kunci : sinyal penghalau, EFM32, sinyal sembarang, otonom

ABSTRACT

I have studied one of many applications of embedded system technology. Here I use it to produce repulsive random analog signal based on timing.

Predation by bream shells disrupted the production of many shells. To solve this problem will require an effective tool to repel the sea bream.

The approach I have used is to imply underwater sound technology using autonomous signal generator. To produce the signal, I have used EFM32 Development Kit that based on microcontroller CORTEX M3. The characteristic of signal is random and will be emitted by underwater speakers. The tool can be operated simply by using switch controller to adjust band frequency and recurrence of the signal.

Keywords : Signal repulsive, EFM32, random signal, autonomous

UNIVERSITE DE BREST

CERTIFICATE OF APPROVAL OF
MASTER PROFESSIONAL AND INTERNSHIP REPORT

Author's Name : Yusmar Palapa WIJAYA
 Title of Report : *Sea-bream Repulsive*
 Faculty : Science, Technology and Health
 Major : Electronic, Telecommunication and Network specialty in
 Electronic System of Communicating.

This is to certify that this internship report has been approved by the committee, and that credit should be given as follows, with a grade of SATISFACTORY, on July 4th, 2011.

Supervisor:

Mr. Yves Quéré

Examiners:

Mr. Gérard Tanné
 Mr. Alexis Chevalier
 Mr. Noham Martin

Legalized by

The Director of Department of Electronic,
 Université de Brest, France

The Director of Department of
 Electrical Engineering
 Universitas Indonesia, Indonesia



Mr. Muhammad Asvial

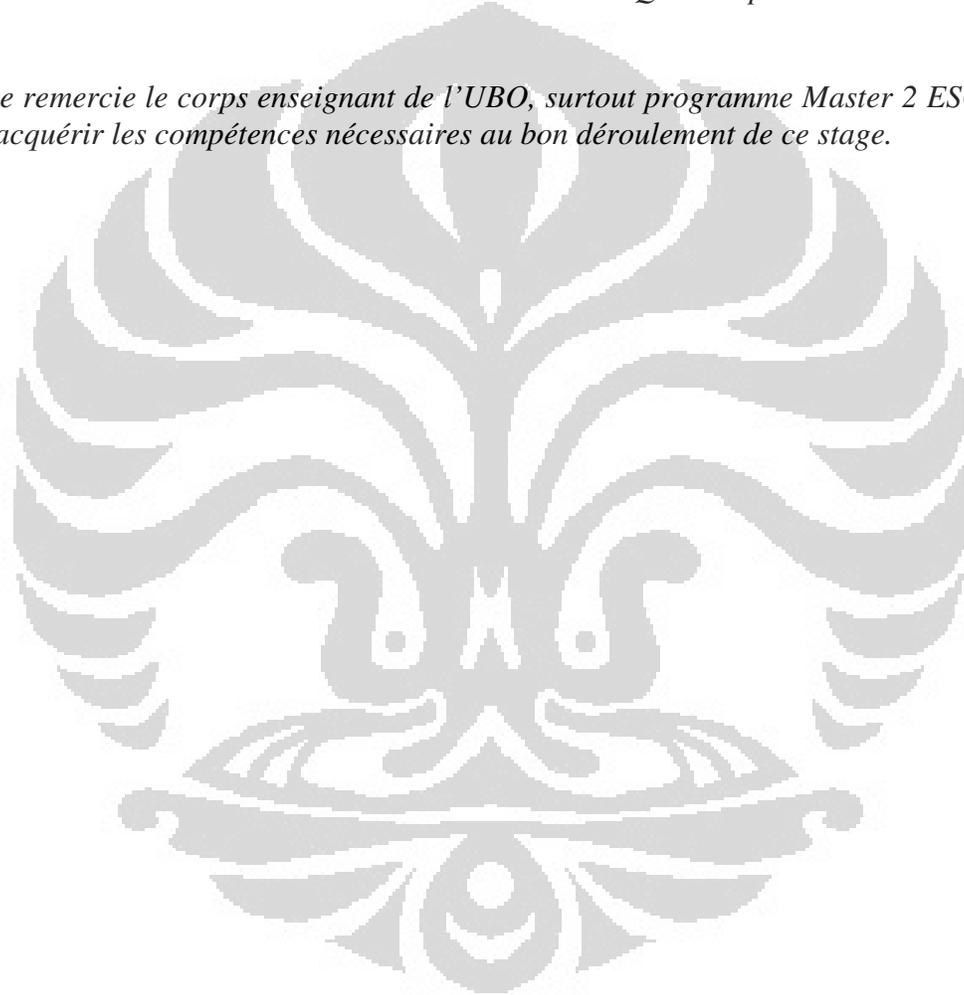
Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier Monsieur Eric MENUT pour le thème du stage, les explications et aides apportées, et le temps qu'ils m'ont consacré tout au long de ces semaines.

Merci également à l'ensemble de l'équipe du service RDT/EIM pour leur accueil, leur amabilité et leur bonne humeur durant ce stage.

Je remercie Monsieur Gérard TANNÉ et Monsieur Yves QUÉRÉ pour leur conseil durant ce stage.

Et enfin, je remercie le corps enseignant de l'UBO, surtout programme Master 2 ESCo, qui m'a permis d'acquérir les compétences nécessaires au bon déroulement de ce stage.



Sommaire

Introduction	3
I. Présentation de l'entreprise	
I.1 Histoire	4
I.2 Situation Géographique	5
I.3 Domaines d'activités du centre de Brest de l'IFREMER	5
I.4 Les moyens nationaux	6
I.5 Département RDT/IEM	6
II. Présentation du projet	
II.1 Le Contexte	8
II.2 Répulsif Existant	8
II.3 Signal Répulsif	9
II.4 Cahier des charges	9
III. Développement	
III.1 Pré-étude	12
III.1.1 Le kit EFM32	12
III.1.2 Transducteur UW30	12
III.2 Etudes	
III.2.1 Le kit EFM32	13
III.2.2 L'algorithme	14
III.2.3 Principe de génération du signal sinusoïdal	18
III.2.4 L'amplificateur	19
III.3 Intégration du système	20
IV. Mesures	
IV.1 L'affichage de signal	21
IV.2 Résultat de développement	22
Conclusion	24
Bibliographie	25
Annexes	

Introduction

Dans le cadre du stage de fin d'année validant l'obtention du M2 ESCo, je suis amené à développer un projet à l'Ifremer, dans le service Electronique, Informatique et mesures *in situ* du département de Recherches et Développement Technologiques (RDT/EIM). La durée du stage est 8 semaines à l'UBO et 8 semaines, du 9 mai au 1 juillet 2011 à l'Ifremer.

Le service Electronique, Informatique et Mesures *in situ* (RDT/EIM) est chargé des études et développements en électronique, informatique instrumentale et procédés d'analyse physico-chimique *in situ* pour des systèmes de mesure des environnements marins et sous-marins. Il évalue (caractéristiques, précisions, stabilité à long terme, paramètres d'influence) les solutions nouvelles d'instruments marins (industriels ou académiques) ou de capteurs de mesure *in situ* dont le développement est arrivé à maturité et définit les adaptations nécessaires en contact étroit avec les projets utilisateurs et les fournisseurs.

Daurade prédation sur les coquillages réduit la quantité de production de coquillages, notamment dans le domaine de Quiberon. Les professionnels ont tenté de répondre à ce problème en rendant le fil de sorte que la position de la coquille n'est pas abordable par les poissons.

Une autre solution offerte à l'utilisation de la technologie sonore sous-marine qui s'est révélée efficace pour conduire les baleines dans l'océan. En utilisant un système autonome qui génère le son avec certaines fréquences, il repoussera les daurades.

Je présenterais tout d'abord l'entreprise dans laquelle j'effectue mon stage, puis la réponse donnée à la problématique du projet. Nous verrons ensuite la mise en pratique du projet et les essais réalisés.

Présentation de l'IFREMER

I.1 Histoire

L'Ifremer est né 5 juin 1984. L'Ifremer a pour missions de conduire et de promouvoir des recherches fondamentales et appliquées, des activités d'expertise et des actions de développement technologique et industriel destinées à : connaître, évaluer et mettre en valeur les ressources des océans et permettre leur exploitation durable, améliorer les méthodes de surveillance, de prévision d'évolution, de protection et de mise en valeur du milieu marin et côtier, favoriser le développement économique du monde maritime.



Figure 1 : photo aérienne de l'IFREMER (Brest)

L'Institut est associé à l'élaboration des accords intergouvernementaux scientifiques et technologiques dans le domaine marin et peut être chargé de leur mise en œuvre.

Pour atteindre ces objectifs, l'Ifremer concentre son action dans les domaines suivants :

- l'expertise d'intérêt public (surveillance de l'environnement littoral),
- la mise à disposition de moyens (flotte océanographique et développement technologique),
- le transfert vers les entreprises et la valorisation de ses activités.

I.2 Situation Géographique

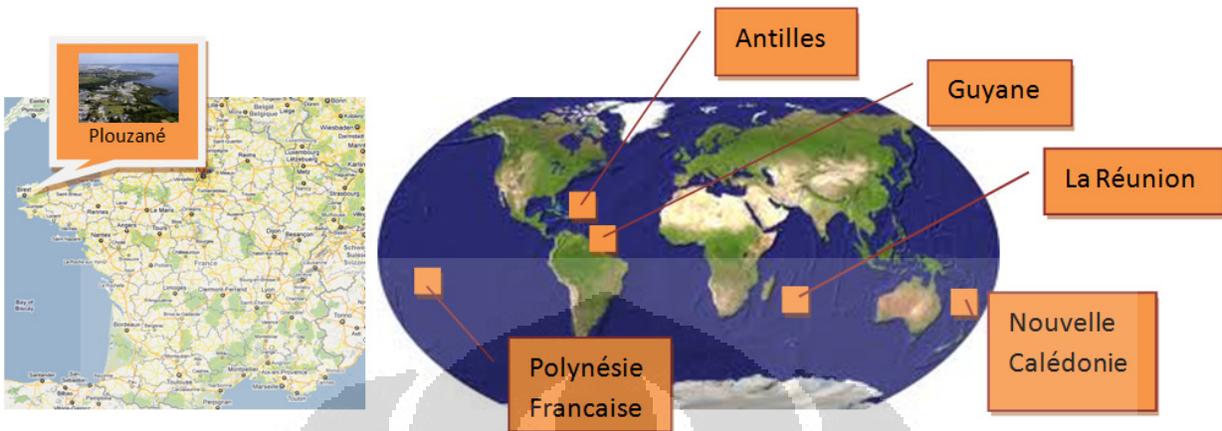


Figure 2 : Implantation de stations de l'IFREMER

Les situations géographiques générales d'implantation de l'IFREMER sont mentionné ci-dessous :

- Manche-Mer du Nord :
Centre Manche-Mer du Nord, Station de Port-en Bassin
- Bretagne :
Centre de Bretagne (Plouzané), Station de Concernau, Station de La Trinite, Cresco Station Ifremer, Station de Lorient, Station Expérimentale d'Argenton
- Atlantique :
Centre de l'Atlantique, Station de La Tremblade, Station de Bouin, Station d'Arcachon, Station de La Rochelle, Créma L'Houmeau
- Méditerranée :
Centre de Méditerranée, Station de Sète, Station de Palavas-les-Flots, Station Ifremer de Corse
- Outre-mer :
Polynésie Française, Délégation des Antilles, Délégation de La Réunion, Délégation de Guyane, Délégation de Nouvelle-Calédonie

I.3 Domaines d'activités du centre de Brest de l'IFREMER

Pour l'exécution de ses missions, qu'il exerce en liaison avec les organismes de recherche et de développement technologique ainsi qu'avec les administrations intéressées, l'institut est chargé :

- de proposer au Gouvernement des programmes de recherche ou de développement et de les exécuter soit par ses moyens propres, soit par contrats,
- d'apporter à l'Etat et aux autres personnes morales de droit public son concours pour l'exercice de leur responsabilité, notamment pour le contrôle de la qualité de la mer et du milieu marin,
- d'apporter son concours, notamment par voie de contrats aux professions maritimes et organismes intervenant dans les domaines scientifiques, techniques et économiques,

- d'assurer, dans les limites déterminées par le ministre chargé de la recherche et le ministre chargé de la mer, la maîtrise d'œuvre d'opérations complexes d'intérêt général, associant différents partenaires,
- de créer et de gérer des équipements lourds d'intérêt général,
- de recueillir, diffuser et valoriser les informations nationales et internationales,
- d'apporter son concours à la formation à la recherche et par la recherche,
- de participer aux activités des organismes internationaux de recherche et d'aménagement des ressources et du milieu marin,
- de passer des conventions de coopération internationale en faveur du développement avec d'autres organismes exerçant des activités comparables.

I.4 Les moyens nationaux

L'Ifremer a pour mission de développer et de gérer des équipements pour l'océanographie française.

La flotte océanographique

L'Ifremer met à la disposition de la communauté scientifique :

- 4 navires hauturiers : *Pourquoi pas ?*, navire pluridisciplinaire ; *L'Atalante*, navire pluridisciplinaire ; *Thalassa*, navire destiné à l'halieutique et à l'océanographie physique ; *Le Suroît*, navire pluridisciplinaire.
- 4 navires côtiers : *L'Europe*, navire de façade méditerranéenne ; *Gwen Drez*, navire de façade atlantique ; *Thalia*, navire de façade atlantique ; *Haliotis*, vedette océanographique.



Figure 3 : *Thalassa* et *Atalante*



Figure 4 : *Le Pourquoi Pas*, *Beautemps Beaupré* (militaire) et *Le Suroît*

Les engins

L'Ifremer met à la disposition de la communauté scientifique :

- Un sous-marin habité : *Nautile*

- Des engins remorqués ou télé opérés : le ROV *Victor 6000* ; les AUVs Asterx et Idefx ; le sonar latéral SAR.
- Des systèmes de positionnement : Base Ultra Courte (BUC) Posidonia ; Base longue Poseidon.



Figure 5 : Victor et Nautile

Les équipements et logiciels embarqués

> Equipements :

- Acoustique : sondeurs multifaisceaux, sondeurs monofaisceaux, sondeurs et sonars de pêche, courantomètres Doppler, sonar remorqué, sondeurs de sédiments, pingers ;
- Sismique : multi trace, haute résolution, rapide numérique ;
- Carottage : pénétrromètre Penfeld ;
- Navigation : outil de cartographie et d'aide à la navigation Olex.

> Logiciels :

- Cartographie des sondeurs multifaisceaux et des sonars remorqués Caraïbes®
- Traitement des données halieutiques Movies+/FishView®
- Système d'acquisition des données Techsas®
- Cahier de quart scientifique informatisé Casino+®
- Suivi temps-réel de mission Sumatra®

I.5 Département RDT

Le département Recherches et Développement Technologiques (RDT) est né en septembre 2009 de la fusion du département Essais et Recherches Technologiques (ERT) et du département Technologies et Systèmes Instrumentaux (TSI) et regroupe environ 110 personnes. Le département comprend six services :

- Electronique, Informatique et mesures in situ, avec le groupe « Electronique-Informatique instrumentale »
- Hydrodynamique et Océano-météo avec le groupe « Hydrodynamique de Boulogne-sur-Mer »
- Interfaces et capteurs
- Ingénierie de projets en réseau
- Matériaux et structures
- Systèmes mécaniques et instrumentaux, avec le groupe « Atelier prototypes »

Présentation du projet

II.1 Le Contexte

L'étude relative au répulsif a daurades s'inscrit dans le cadre du projet PREDA-DOR, projet en phase de labellisation Pole Mer Bretagne.

Le problème de prédation des coquillages par les daurades existe dans diverses zones sur estran ou en eaux profondes depuis de 10 ans. Cela concerne de nombreux bivalves exploitées (huitre, moules, palourdes, coques, etc.). La période critique est située principalement entre avril et octobre (parfois elle démarre fin février).

Les pertes peuvent être localement importantes et soudaines : des chiffres de plusieurs dizaines de tonnes sont avancés pour les huitres élevées en eau profonde en baie de Quiberon notamment.



Figure 6 : Prédations de moules par les daurades (*sparus aurata*)

II.2 Le répulsif existant

Actuellement, les professionnels utilisent de protections par des filets-barrières (filet droits) sur les concessions ou par des grillages sur les bouchots. Ces systèmes, place aux bons endroits, semblent efficaces mais fragiles et très coûteux en temps et main d'œuvre.

Des protections acoustiques rudimentaires ont été réalisées par le passe avec des résultats mitigés mais non consignés. De récents systèmes de protection acoustique semblent donner des résultats encourageants.

Le projet proposé consiste en l'étude d'un générateur autonome qui émettra des signaux acoustiques sous l'eau, censés faire fuir les daurades. La réalisation sera à la charge de l'IFREMER, et les tests du prototype auront lieu sur une exploitation mitycole durant l'été 2011.

II.3 Signaux Répulsif

Lors de précédents étude sur la réduction des prises accidentelles de petits mammifères marins lors des opérations de chalutage pélagique, des modulations de fréquences aléatoires de longue durée (0.5 à 1 s) ont montré leur efficacité répulsive sur les dauphins communs. La bande de fréquence balayée était comprise entre 30 et 150 kHz.

Pour cette application, le choix de signaux composés de la concaténation aléatoire d'un certain nombre de fréquences a été conserve. L'aspect aléatoire des signaux est très important pour éviter le phénomène d'accoutumance, pouvant se traduire par une attraction du mammifère marin par le son émis. La bande de fréquence de système divisé par deux bandes, ils sont Base Fréquence [1 kHz ; 20 kHz] et Haute Fréquence [20 kHz ; 70 kHz]. Référence à nouvelle répulsif d'étude précédent, il a utilise la bande de fréquence de 50 Hz – 1 kHz.

D'après les connaissances sur les mammifères, ils peuvent écouter la fréquence de 20 Hz. Ce système peut également être appliqué sur les daurades. La bande de fréquence choisie entre 100 Hz et 500 Hz.

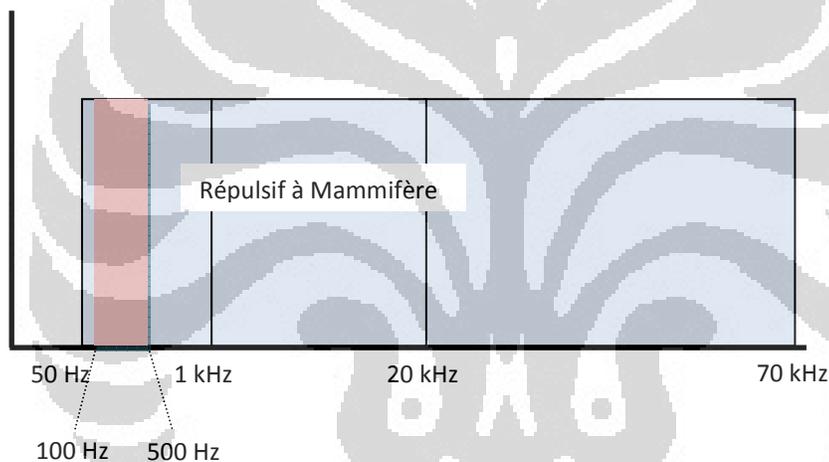


Figure 7 : La bande de fréquence

II.4 Cahier des charges

Après de l'élaboration du cahier de charge, nous définissons :

- Le système en question devra être capable d'émettre des sons sous de l'eau, de façon autonome
- Le répulsif génèrera des séquences aléatoires de signaux acoustiques dans une bande de fréquence [100Hz \leftrightarrow 500Hz]
- La bande choisie sera découpée en une dizaine de fréquences (motifs) de 20Hz de largeur
- Le système émettra des signaux de 1 seconde (Fixe)
- Chaque signal émis aura une durée d'une seconde, et sera constitué par la concaténation de 10 motifs de 100ms dont la fréquence sera tirée aléatoirement parmi les 10 sous bandes.
- La récurrence des émissions sera programmable par cavaliers positionnées sur la carte électronique (5 cavaliers permettant des récurrences allant de 5 secondes à 2 minutes).

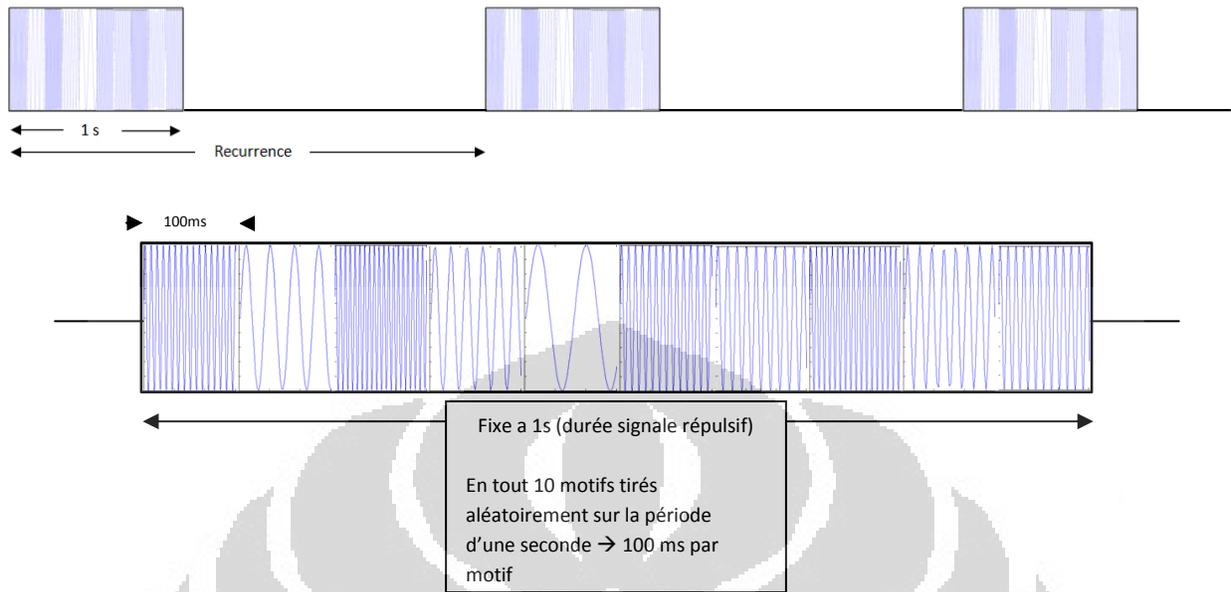


Figure 8 : Caractéristique de la composition des signaux souhaités

Développement

III.1 Pré-étude

Le système électronique utilisera deux appareils, ils sont l'appareil de génération de signal et haut-parleur sous-marin. Pour générer signal, il est architecturé d'un système kit développement de microcontrôleur EFM32. L'émission de signal acoustique sera réalisée par transducteur électrodynamique UW30. Le choix des appareils est déjà fixe.

III.1.1 Le kit EFM32

Le kit développement EFM32 est produit par Energy Micro qui a propose un large portefeuille de l'énergie respectueuse de microcontrôleurs 32-bit et émetteurs-récepteurs radio pour des applications ultra faible puissance. Il implant ARM Cortex-M3 que le processeur. Il se compose d'une carte mère, carte de MCU, et d'une carte prototypage, avec un environnement logiciel complet pour le développement.

L'émulateur de bord permet de simple configurations, et combine avec les nombreux périphériques (par exemple l'écran TFT, l'accéléromètre, les entrée/sortie audio, les connecteurs RS232, les LED et boutons utilisateur,...)

Ses fonctions m'ont permis de générer directement un signal sinusoïdal aux caractéristiques souhaites (fréquence, récurrence et amplitude). Ce kit devra être alimente en [0 ; +3,3V]



Figure 9 : EFM32 kit de développement

III.1.2 Transducteur UW30

Le UW30 représente un départ dans la conception de sous-marines sources. Son boîtier utilise le cas de structure en tant que transducteur sonore. Il permet un haut-parleur qui n'a pas de parties métalliques exposées à l'extérieur, éliminant ainsi les causes rouille, la corrosion ou l'autre de courte durée de vie espérance. Le principe de capteur et son forte

permettre à la construction UW30 pour fonctionner à plus grande fond que tout autre type avant de la conception haut-parleur sous-marin.

Le haut-parleur sous-marin UW30 peut être utilisé dans les régions tropicales au climat arctique en eau douce ou salée, en vertu de sa coquille ABS et SJE00W câble thermoplastique (noté-50C - 105C). Le UW30 est évalué à 30 watts à 8 ohms, et est équipé d'un câble de 50 '. Fréquence réponse doit être de 100 - 10.000 Hz.

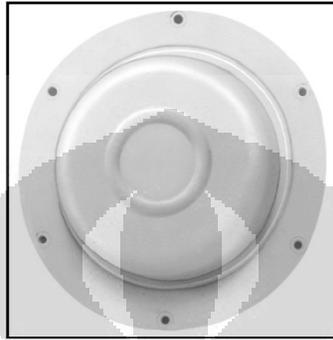


Figure 10 : Transducteur UW30

Les éléments à ajouter seront donc :

- **Un amplificateur de puissance**, la tension d'alimentation du kit de développement et la puissance que celui-ci pourra débiter étant bien inférieures à la puissance demandée par le transducteur
- **Une alimentation** capable de fournir une tension continue [0 ; 3,3V] pour le kit de développement, ainsi qu'une tension d'alimentation pour l'amplification de puissance.

Il faudra créer une programmation de EFM32 afin de paramétrer de générateur pseudo-aléatoire (fréquence et récurrence).

Le schéma global simplifié sera donc celui-ci :

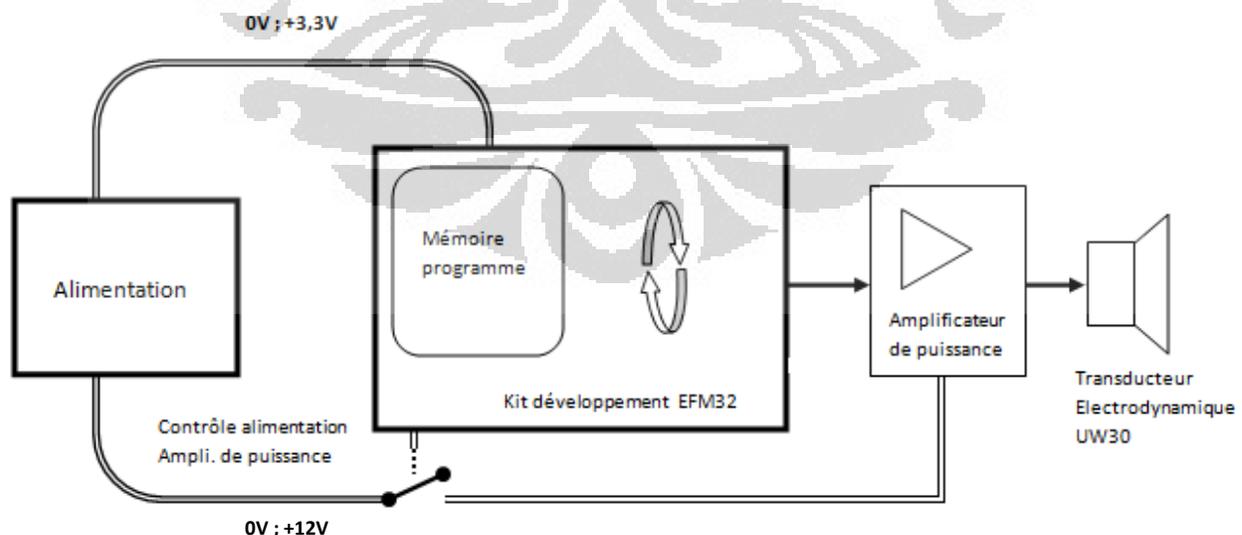


Figure 11: Schéma simplifié du système complet

III.2 Etudes

III.2.1 Le kit EFM32

Le kit se programme en langage C via le logiciel IAR Embedded Workbench (payant). Pour se lancer dans la programmation, il a besoin d'étudier le datasheet et définir quelle partie et fonction de kit qu'il va être utilisé.

Le convertisseur numérique/analogique me permettra de générer une tension voulue comprise entre 0 et 3,3 V. J'utiliserais cette fonction pour générer un signal sinusoïdal.

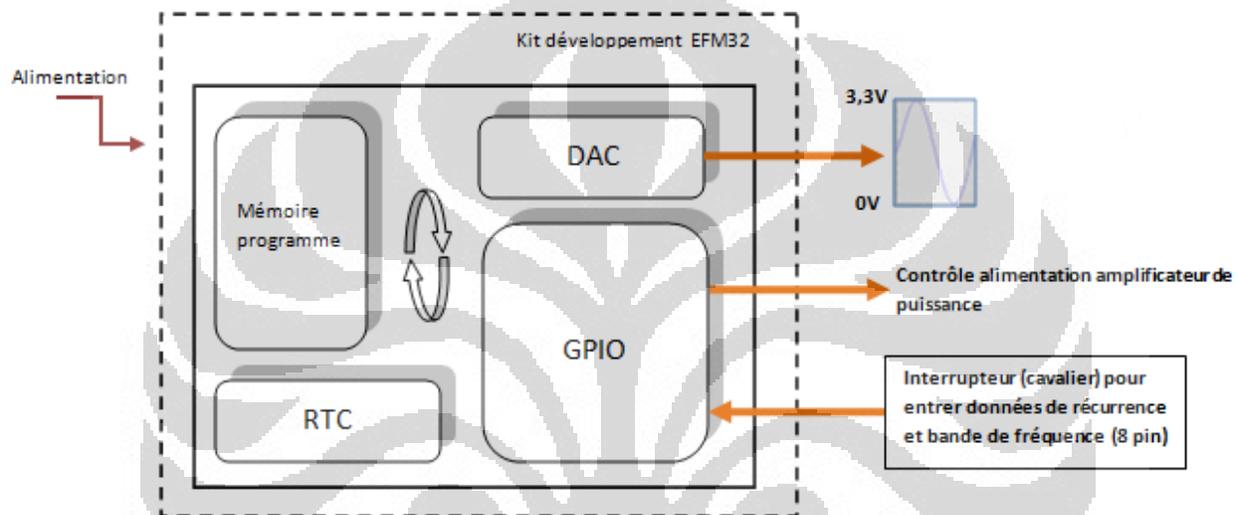


Figure 12 : Schéma des fonctions utilisées du kit EFM32

La fonction GPIO (*General Purpose Input Output*) permettra de recevoir, et de transmettre des informations à un élément externe, ici, elle est accédée par une carte prototypage de kit développement EFM32.

La carte de prototypage permettra de modifier et ajouter des composants dont il a besoin, ici je pourrais ajouter deux interrupteurs (cavaliers) et se connecter a les pattes de la carte. Il faudrait comprendre précisément la fonction de chaque patte par lire le chemin électronique.

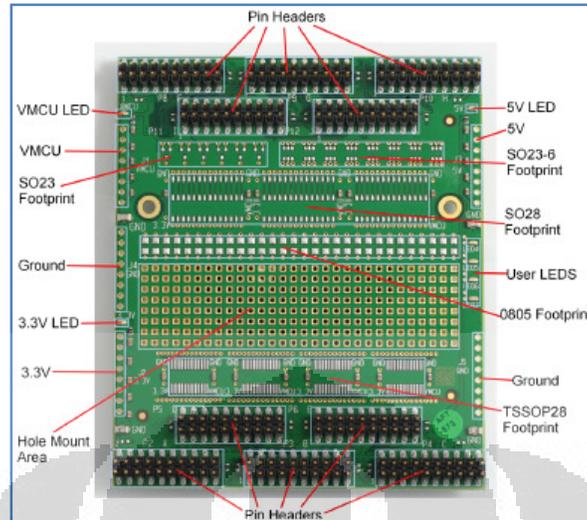


Figure 13 : La carte prototype de kit développement EFM32

Pour lire le signal sorti de DAC (MCU), je connecterais patte B48 de MCU ou *DAC_OUT* (fonction de MCU) à Port I patte 7 de la carte prototype. Par ailleurs, pour contrôler alimentation de puissance, j'utiliserais PC13 (MCU) à Port C patte 16 (prototype). La configuration des pattes ce que je prenais, ci-dessus :

Tableau 1 : La configuration des pattes

MCU	DVK EFM32	Prototype
<i>DAC_OUT</i>	EXP32_B48	I7
PC13	EXP32_A45	C16
PC1	EXP32_A33	C4
PC3	EXP32_A35	C6
PC5	EXP32_A37	C8
PC7	EXP32_A39	C10
PD0	EXP32_A48	D3
PD2	EXP32_A50	D5
PD4	EXP32_A52	D7
PD6	EXP32_A54	D9

III.2.2 L'algorithme

L'initialisation du kit est la première chose qu'à faire après le démarrage de DVK EFM320 à la mise sous tension. Ensuite, le système lis les entrées de GPIO. Les cavaliers se connectes à port C et port D de MCU pour définir la valeur de bande de fréquence et de récurrence. La bande de fréquence est présenté par la formule $f_{max} - f_{min}$. Toutes les valeurs vont être utilisées par la boucle de la programmation, ici, je l'utilise pour générer sous-fréquences.

Après réglage de paramètre du GPIO, nous avons besoin d'obtenir la valeur de la récurrence, pour combien de temps le signal va apparaître répétitivement. Dans la boucle de la récurrence, le système va lire la valeur de GPIO (port C sur MCU). La combinaison des cavaliers (prototypage) définis le temps de la récurrence. La combinaison des cavaliers peut être vue dans le tableau ci-dessous (sur prototypage) :

Tableau 2 : Combinaison de cavaliers (récurrence)

PC4	PC 6	PC 8	PC 10	informations
0	1	1	1	5 s
1	0	1	1	30 s
1	1	0	1	60 s
1	1	1	0	120 s

Tableau 3: Combinaison de cavaliers (bande de fréquence)

PD3	PD 5	PD 7	PD 9	informations
0	1	1	1	$f_{max}=300 ; f_{min}=100$
1	0	1	1	$f_{max}=350 ; f_{min}=100$
1	1	0	1	$f_{max}=400 ; f_{min}=100$
1	1	1	0	$f_{max}=500 ; f_{min}=100$

Pour la génération des sous fréquences, j'utilise la formule : $f_{min} + \left(\frac{f_{max}-f_{min}}{10}\right)$, il va générer 11 valeurs donc le calcul n'implique pas la valeur 0.

Par exemple pour la bande [100 Hz ; 300 Hz] les fréquences tirées sont

Tableau 4 : La séquence de fréquence généré (basique)

120 Hz	140 Hz	160 Hz	180 Hz	200 Hz	220 Hz	240 Hz	260 Hz	280 Hz	300 Hz
--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

Ensuite, le système va générer les signaux aléatoires. Les sous fréquences vont être situés aléatoirement dans un paquet signal (1 s). Par exemple, en prenant de bande de fréquence dessus, il va se composer :

Tableau 5 : La séquence de fréquence généré (après randomisation)

240 Hz	200 Hz	160 Hz	120 Hz	140 Hz	220 Hz	260 Hz	180 Hz	300 Hz	280 Hz
--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

Après la concaténation de cette composition, le système va envoyer les signaux vers l'amplificateur et les émettre. Le logigramme de système est monté par figure :

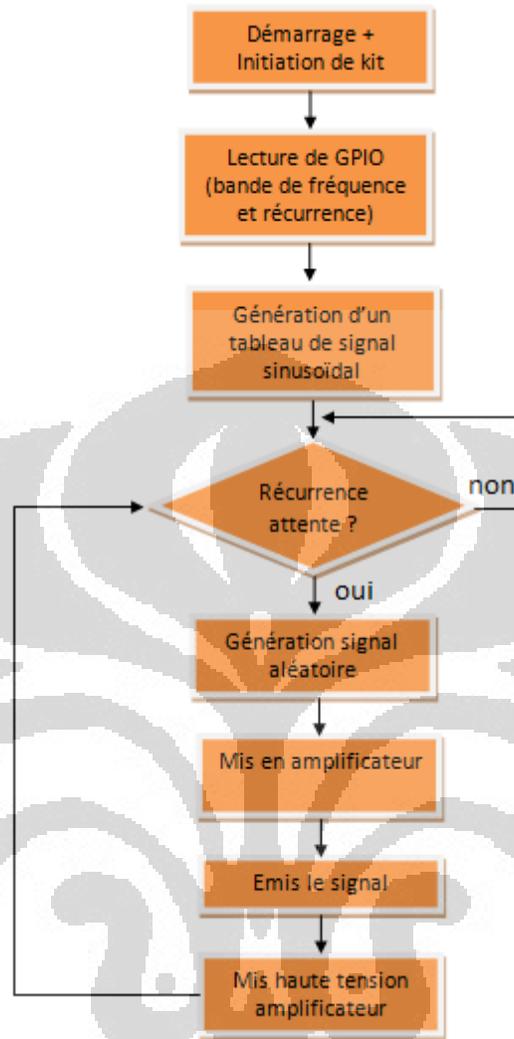


Figure 14 : Logigramme de système

Dans la génération du signal sinusoïdal, j'utiliserais la formule sinus et puis prendre 1000 points de signal de fréquence générée. Par exemple, on définit la sous-fréquence 120 Hz et on a 1000 points à mettre ensuite obtenir la valeur numérique chacun.

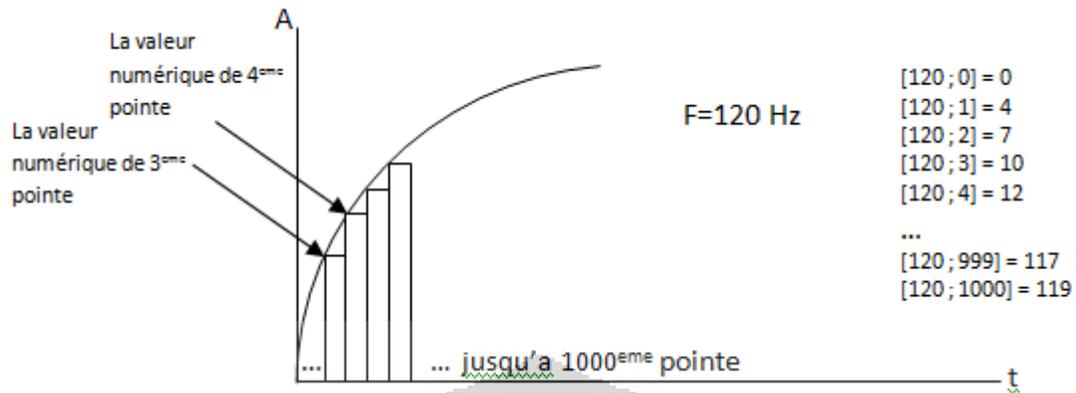


Figure 15 : Quantification de signal

Celui-ci le logigramme de quantification ce qu'il est utilisé.

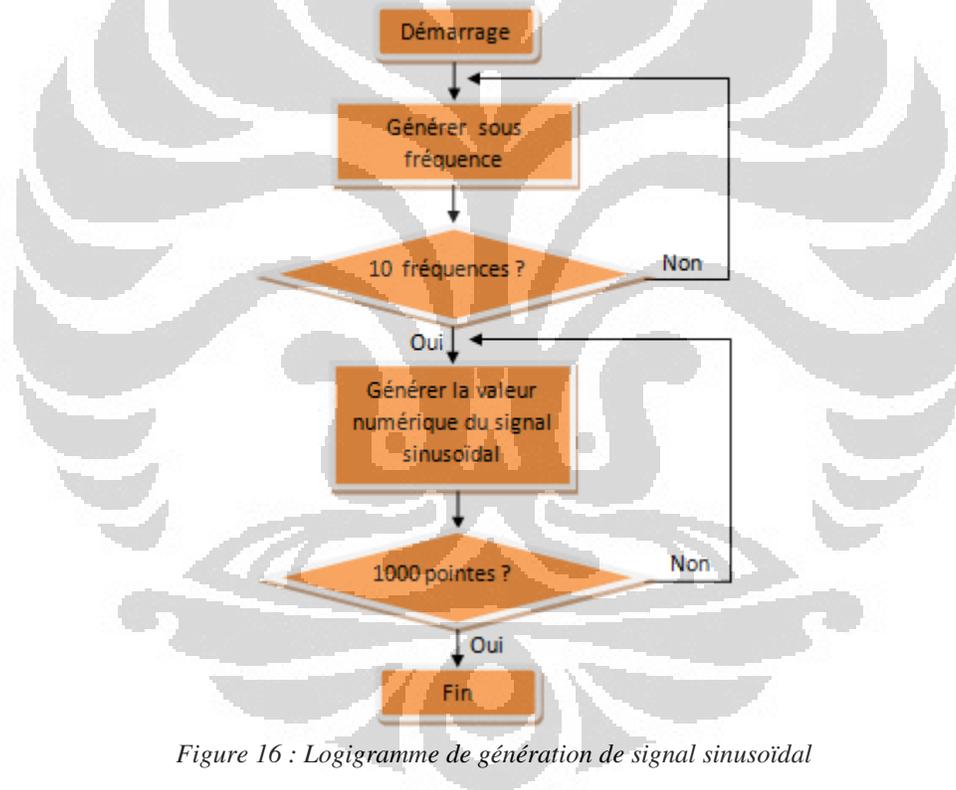


Figure 16 : Logigramme de génération de signal sinusoïdal

Pour générer signaux aléatoires, nous randomisons la séquence de fréquence et les marcher pendant 100 ms. Après, il a besoin de mettre un jour les séquences réduit avec la sortie fréquence.

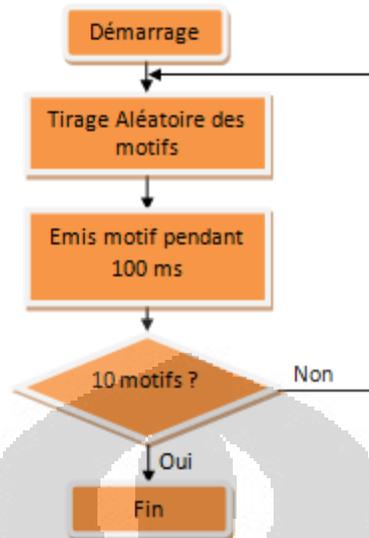


Figure 17: Logigramme d'émission de signal aléatoirement

III.2.3 Principe de génération du signal sinusoïdal

EFM32 a facilité pour produire signal analogique par utilisation de convertisseur de valeur numérique à analogue, le composant est DAC « Digital Analog Converter ». Tout les processus avant sorti de system microcontrôleur faut en forme numérique. Il a besoin d'envoyer une succession de valeurs numérique à cette convertisseur afin d'obtenir un signal sinusoïdal.

Il s'agit d'un convertisseur 12 bits alimenté entre 0 et 3,3V. Il aura donc $2^{12}=4096$ états différents, avec un pas de quantification de $3,3V/4096 = 806\mu V$.

Dans la conception de la génération de signal de DAC, suivre la condition dessus, les valeurs qui sont émis strictement positive. Un sinus étant alternatif (compris -1 et 1), il faut être changé dans quelque étapes :

1. Diviser le signal par 2, l'écart de pic positive et pic négative égale 1.
2. Ajouter tout les valeurs par 0.5, il voulait dire que pic positive est 1 et pic négative maintenant est 0.
3. Il ne reste que les multiplier avec la valeur maximum de DAC ($2^{12} - 1$)

Pour générer ces valeurs, j'utiliserais la formule de sinus i.e. :

$$[(\sin(2\pi \times n/N))/2 + 0.5] \times (2^{12} - 1)$$

Ou N est le nombre d'échantillons et n le numéro d'échantillon

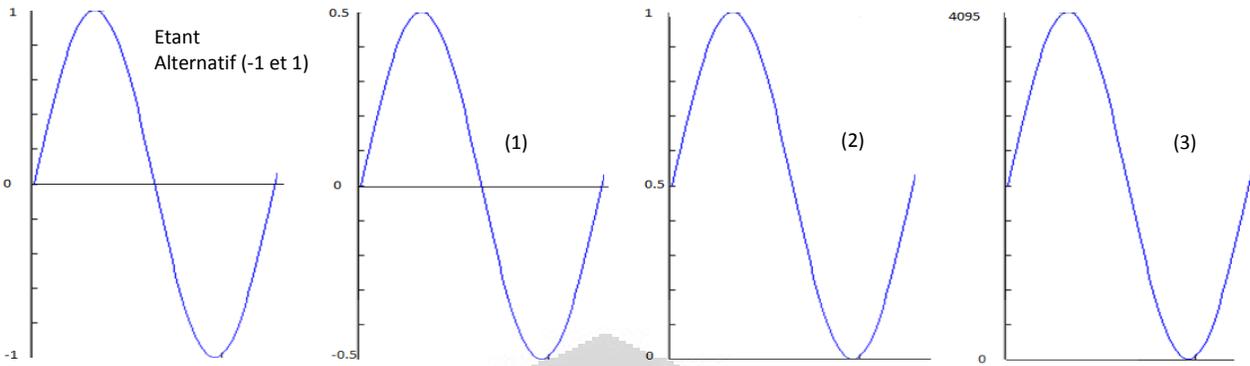


Figure 18 : Réglage de signal sinusoïdal basique

Dans le développement de ce système, j'utiliserais 8 bit pour DAC (la valeur maximum est $2^8 = 256$) et le signal sinusoïdal sera compris 0 et 255 :

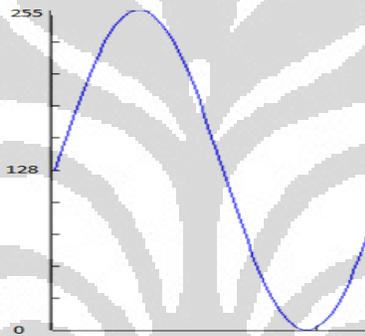


Figure 19 : signal sinusoïdal impliqué (8 bit)

La formule principale dans la programmation de sinus est :

$$[(128 \times (\sin (2\pi \times n/N)) + 128)]$$

La valeur de EFM32 a limitation d'échantillonnage jusqu'à 20 kHz. Dans ce système, il est choisit 10 kHz. L'amplitude des signaux sont ajusté à la capacité de puissance reçue de haut-parleur.

III.2.4 L'amplificateur

L'amplificateur choisit est un XPL0D XM-502Z de la marque SONY. Il s'agit d'un amplificateur audio pour automobile. Nous pouvons directement l'alimenter par batterie 12 V. Ses principales caractéristiques sont sa bande passante [5Hz ; 50kHz], ses filtres passe-haut et passe-bas réglables, sa puissance de 120 Wrms ainsi que sa stabilité sous 8 Ohms (impédance nominale du transducteur UW30)



Figure 20 : Amplificateur SONY XM-502Z

III.3 Intégration du système

Les interrupteurs sont implantés sur la carte prototypage et sont connecté à les pattes dans la configuration, ensuite tous les appareils (alimentation, haut-parleur, et amplificateur) sont montées.

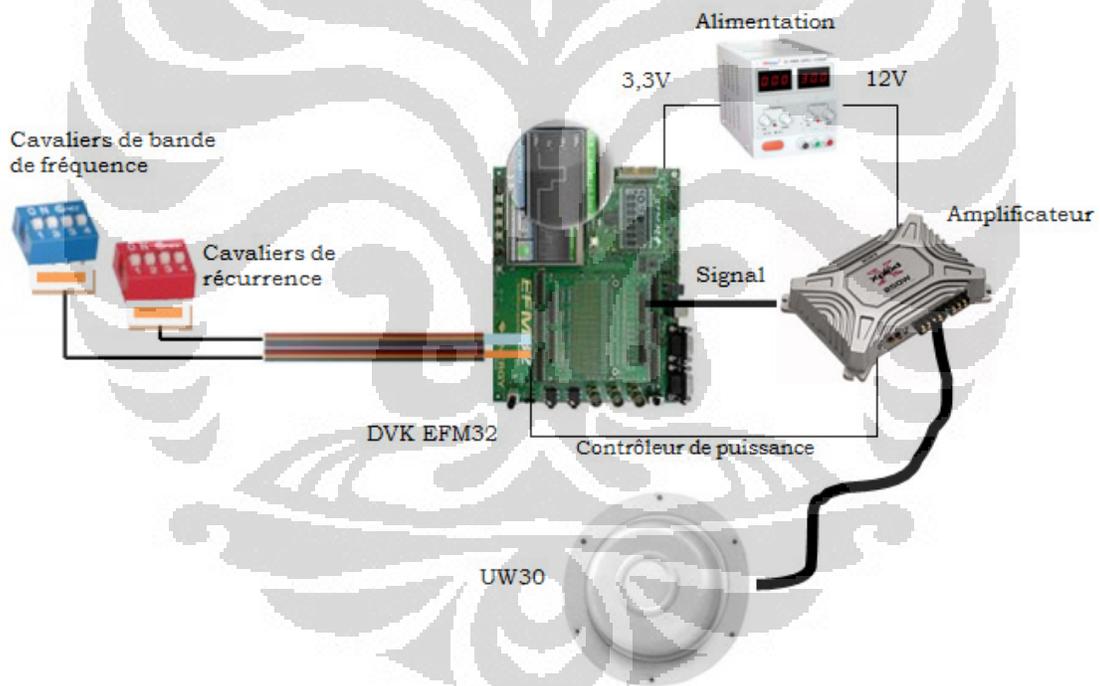


Figure 21 : intégration du système

Mesure

IV.1 L'affichage de signal

Pour mesurer la caractéristique des signaux produit, j'utiliserais oscilloscope *Le Croy*. Le résultat a montré que l'écart de temps de signal apparaitre jusqu'à la fin de signal généré est proche de 1 seconde (dans l'image dessous est écrit 999.966 ms).

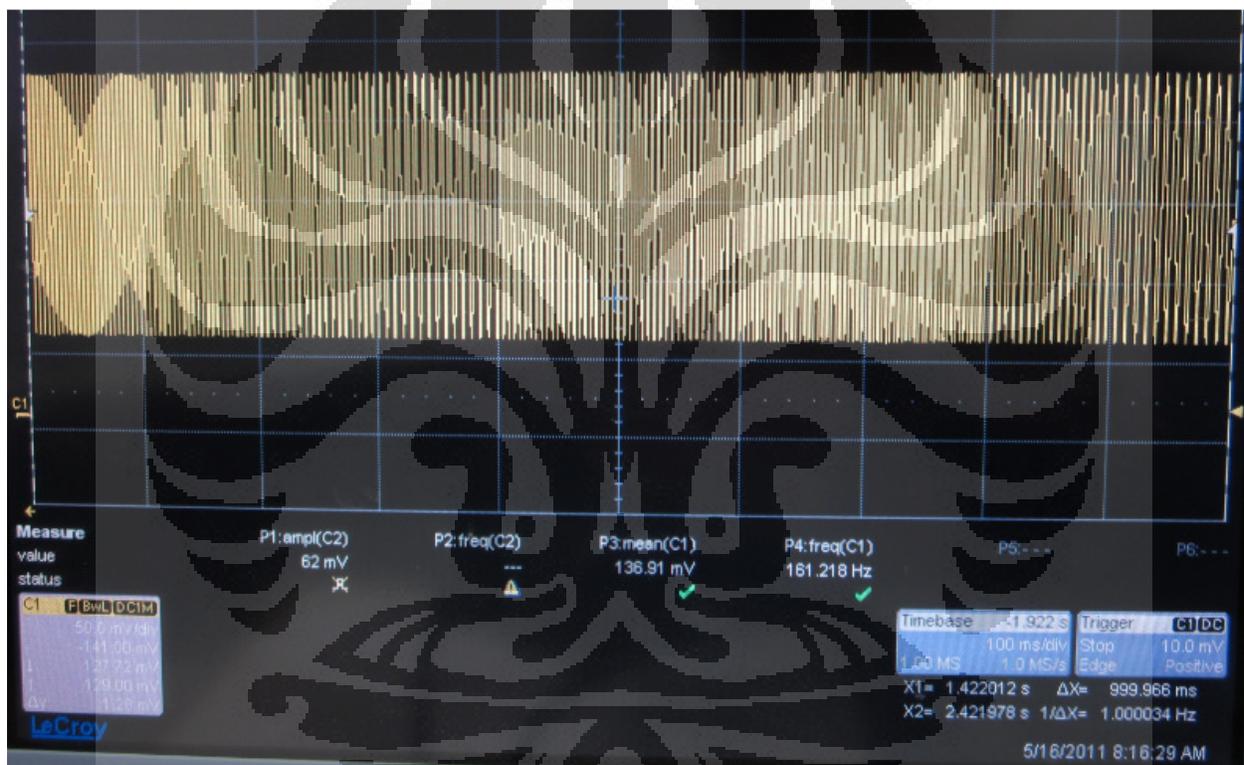


Figure 22 : l'affichage des signaux produit

La composition se compose 10 signaux différents. Je prenais la bande de fréquence de 100 Hz à 300 Hz. Il voulait dire que l'écart de fréquence de chaque signal est $[(300-100)/10]$ égal 20 Hz. Ils existent donc [120,140, 160, 180, 200, 220,240, 260, 280,300].

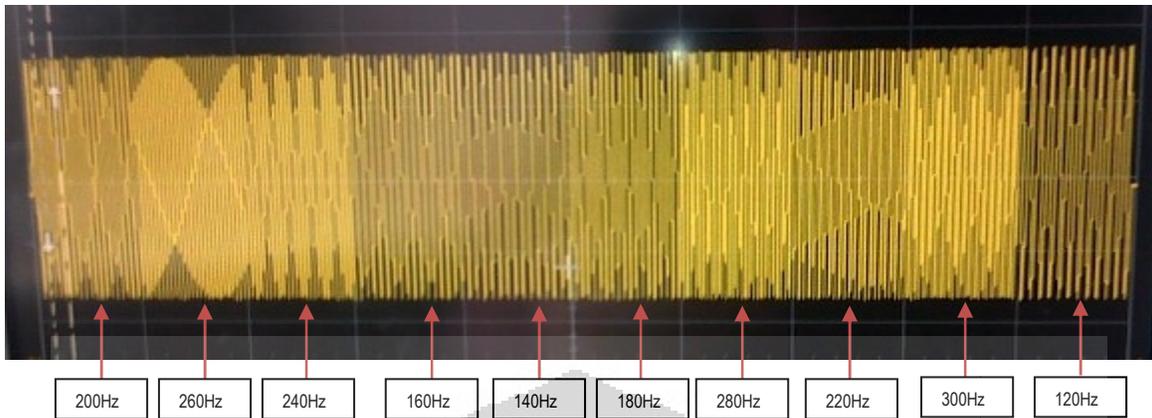


Figure 23 : la composition des signaux

IV.2 Résultat de développement

Le comportement des signaux générés est influencé par le réglage de cavaliers de la bande de fréquence et de la récurrence. Les images dessous montrent qu'ils appartiennent à la génération des signaux souhaités correspondant à la temporisation.

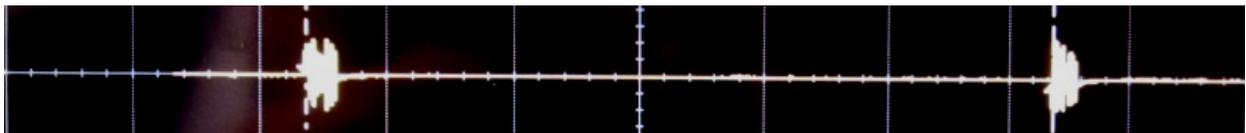
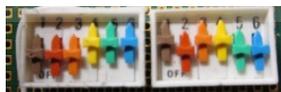
1. Bande de fréquence : 200 Hz, récurrence : 5 s



$\Delta X = 5.03560 \text{ s}$
 $1/\Delta X = 198.5861 \text{ mHz}$

Figure 24 : récurrence de 5 s

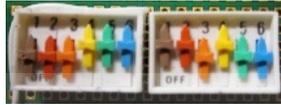
2. Bande de fréquence : 200 Hz, récurrence : 30 s



$\Delta X = 30.00005 \text{ s}$
 $1/\Delta X = 33.33328 \text{ mHz}$

Figure 25 : récurrence de 30 s

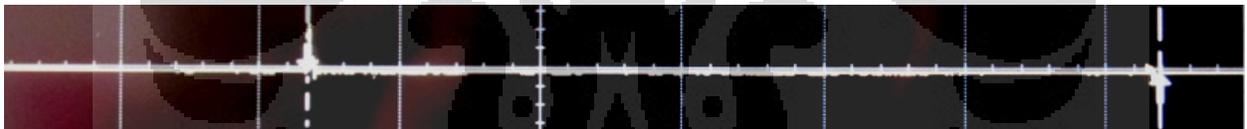
3. Bande de fréquence : 200 Hz, récurrence : 60 s



$\Delta X = 59.1542 \text{ s}$
 $1/\Delta X = 16.90497 \text{ mHz}$

Figure 26 : récurrence de 60 s

4. Bande de fréquence : 200 Hz, récurrence : 120 s



$\Delta X = 120.7770 \text{ s}$
 $1/\Delta X = 8.27972 \text{ mHz}$

Figure 27 : récurrence de 120 s

Ils montrent donc qu'après avoir régler les cavaliers, nous pouvons émettre signaux aléatoires en certaine bande de fréquence et récurrence.

Conclusion

L'utilisateur de cette appareil pourra simplement de régler la bande de fréquence souhaité ainsi que la temporisation. Pour opérer chaque changement de deux paramètres, il faudra faire redémarrage de système correspondant à la programmation. Les cavaliers (*microswitch*) utilisées sont trop petits pour l'utilisateur, ils seraient mieux si plus facilement accessibles. Le comportement du signal résultant montre qu'elles sont conformes aux spécifications requises.

Ce stage dans le service de Research Development Technologies de l'IFREMER, et en accord de ma formation de M2 ESCo de l'UBO .

J'ai eu la possibilité de mettre en pratique des disciplines vues en cours telles que : l'électronique, l'informatique et l'application d'acoustique sous-marin. J'ai vraiment apprécié cette mise en pratique de mes connaissances, ainsi que celles que j'ai pu acquérir (EFM32).

Je finis donc en remerciant, encore une fois, mes responsables et toute l'équipe du service RDT/EIM pour leur accueil et leur aide.



Bibliographie

1. [http:// Wwz.ifremer.com](http://Wwz.ifremer.com)
2. *Générateur de Fréquences Aléatoires Répulsives*, rapport du stage DUT GEIL, Pierre Charly, 2010
3. [http:// www.energymicro.com](http://www.energymicro.com)
4. [http:// www.coocox.com](http://www.coocox.com)

