مجلة جامعة طرطوس للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (2) العدد (3) 2018
Tartous University Journal for Research and Scientific Studies- Engineering Sciences Series Vol. (2) No. (3) 2018

قراءة وتحليل الإشارات الكهربائية للدماغ لتنفيذ أمر تحكم وتحريك ذراع آلي

*** م.شادي يعقوب علي**
**** أ.د.م.قيس عبود**
***** د.م. محمد أيهم درويش**

(تاريخ الإيداع 23 / 7 / 2018 . قُبل للنشر 5 / 12 / 2018)

ملخص

تم في هذا البحث تصميم واجهة تخاطب بين الدماغ والحاسب لتسجيل الإشارات الدماغية و ربطه مع برنامج labview عبر تقنية بلوتوث، حيث تم تسجيل إشارات الدماغ لعشرة أشخاص تبعا لبروتوكول سريري مدروس ومعد لغرض الدراسة ثم تحليل تلك الإشارات بهدف تشكيل بيانات إحصائية ودراسة تغيرات التردد والمطال تبعاً لفتح وإغلاق العين. لغرض ذلك، تم بناء خوارزمية معالجة الإشارة بهدف الحصول على التردد والمطال لإشارة الدماغ ومقارنة تلك القيم أثناء فتح وإغلاق العين وتمييز القيم نتيجة لإغلاق العين للاستفادة منها في الحصول على أمر تحكم.

بعد تحليل البيانات وتصنيفها واستخلاص أمر التحكم تم بناء خوارزمية إرسال البيانات إلى شريحة الأردوينو وربطها مع خوارزمية معالجة الإشارة.

بالنتيجة تم تمييز إشارة الدماغ عند غمزة العين ومعالجتها بهدف إصدار أمر تحكم لتشغيل حاكمة كهربائية وتحريك ذراع آلي أو تنفيذ أي إجراء.

كلمات مفتاحية:واجهة التخاطب بين الدماغ والحاسوب – جهاز التخطيط الكهربائي الدماغي – لاب فيو– أردوينو.

---

*طالب دراسات عليا (ماجستير)– قسم هندسة الأتمتة الصناعية – كلية الهندسة التقنية – جامعة طرطوس – سورية
**أستاذ في قسم هندسة الأتمتة الصناعية – كلية الهندسة التقنية – جامعة طرطوس – سورية
***أستاذ مساعد في قسم هندسة الأتمتة الصناعية – كلية الهندسة التقنية – جامعة طرطوس – سورية

مجلة جامعة طرطوس للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (2) العدد (3) 2018

Tartous University Journal for Research and Scientific Studies- Engineering Sciences Series Vol. (2) No. (3) 2018

Reading and analysis of brain electrical signals to execute a control command and move an automatic arm

***Eng.Shadi Ali**
****Prof.Kais Aboud**
*****Dr.Eng.mohamad Ayham Darwich**

(Received 23 / 7 / 2018 . Accepted 5 / 12 / 2018)

Abstract

In this research, brain computer interface was designed to record brain signals and connecting it to labview via Bluetooth technology. Brain signals were acquired for 10 persons according to a specific protocol designed for the purpose of study then analyze those signals in order to form statistical data and study the changes of frequency and amplitude depending on the opening and closing of the eye. Accordingly a signal processing algorithm was developed to obtain the frequency and amplitude of the brain signal and compare those values during the opening and closing of the eye and determine the discrimination values.

After the analysis and the classification steps, the algorithm was developed to send the command data to the Arduino chip and linked to the signal processing algorithm. As a result, the brain signal was marked at the blink and processed to execute a control command to trigger a relay and move an automatic arm or perform any action **.**

Key words: Brain computer interfaces – EEG(electroencephalographic) - Labview – Arduino.

*Postgraduate student(M.A) –Faculty of Technical Engineering- Tartous University – Syria.
**Professor in Department of Industrial Automation – Faculty of Technical Engineering- Tartous University – Syria.
***Associate professor – Department of Industrial Automation– Faculty of Technical Engineering – Tartus university – Syria.

مقدمة:

تعرف تقنية BCI (Brain–computer interfaces) بأنها تقنية تساعد الباحثين في بناء قناة اتصال بين الدماغ البشري والحاسوب حيث أثبتت علوم الأعصاب وجود 100 مليار خلية عصبية في دماغ الإنسان والتي تتميز بالخاصية الكهروكيميائية، يمكن قياسها ووصفها عن طريق ستة أشكال لموجات الدماغ (Delta– Theta– Alpha– Beta– Gamma– Mu). هذه الموجات تصف نشاطات الدماغ المختلفة (حركة – خمول – تفكير – نوم ...) فعلى سبيل المثال يمكن ملاحظة تغير نشاط موجات إلفا من حيث التردد الأعظمي ومطال الموجة بالإضافة إلى المجال الترددي الذي تعمل ضمنه هذه الموجة كاستجابة لفتح وإغلاق العين[1][2].

تمنح قناة التواصل بين الدماغ والحاسوب إمكانية نقل المعلومات من وإلى الدماغ على شكل إشارات كهربائية، حيث يعتمد المبدأ العام على قراءة النشاطات الكهربائية من الدماغ باستخدام أقطاب كهربائية تُوضع على سطح الجمجمة (Non Invasive BCI) أو على سطح الدماغ مباشرة (Invasive BCI) ، وهذا مايساعد في إمكانية الحصول على معلومات مفيدة قادرة على إيضاح طبيعة الموجات وتصنيفها وتحليلها ومن ثم استثمارها للحصول على أمر تحكم يقوم بتحريك ذراع آلي بهدف إطلاق أمر بدء إجراء مؤتمت أو تنفيذ أطراف صناعية حية لتعويض المصابين أو أصحاب الإعاقات الخاصة عن أطرافهم المفقودة[3].

انطلقت البحوث في هذا المجال في سبعينيات القرن الماضي في جامعة كاليفورنيا– لوس انجلوس في إطار منحة من مؤسسة العلوم الوطنية، حيث قام الباحثان (Arnaud Delorme, Scott Makeig, 2004) بتطوير صندوق أدوات وواجهة رسومية تدعى (EEGLAB) مبنية في بيئة ماتلاب بهدف قراءة ومعالجة إشارات الدماغ القادمة من جهاز (electroencephalographic) eeg [4].

قام فريق [.Arnaud et al] في عام (2011) بتطوير مجموعة من الأدوات (NFT , SIFT , BCILAB , ERICA). هذه الأدوات تسهل جمع ومعالجة إشارات eeg ومبنية في بيئة ماتلاب [5] .

قامت مجموعة الباحثين [.Lavanya et al] في عام (2014) بدراسة إمكانية تطوير روبوت قادر على مساعدة الأشخاص المعاقين في أداء وظائفهم اليومية دون الاستعانة بالآخرين، ولكن لم يتطرقوا إلى تشكيل خوارزميات معالجة الإشارة وبناء أمر التحكم [7].

لذلك تم إجراء هذا البحث اعتماداً على قراءة إشارات الدماغ بواسطة جهاز Neurosky وتحليل هذه الإشارات ودراسة إمكانية استنباط أمر تحكم يعتمد على تمييز هذه الإشارات.

تم إجراء البحث في كلية الهندسة التقنية – جامعة طرطوس خلال الفترة الممتدة من 2016\2\10 ولغاية 2018\7\10.

1- هدف البحث وأهميته:

يهدف البحث إلى دراسة إمكانية تحويل إشارات الدماغ إلى أمر حركي، و ذلك اعتماداً على الأهداف الفرعية الآتية:

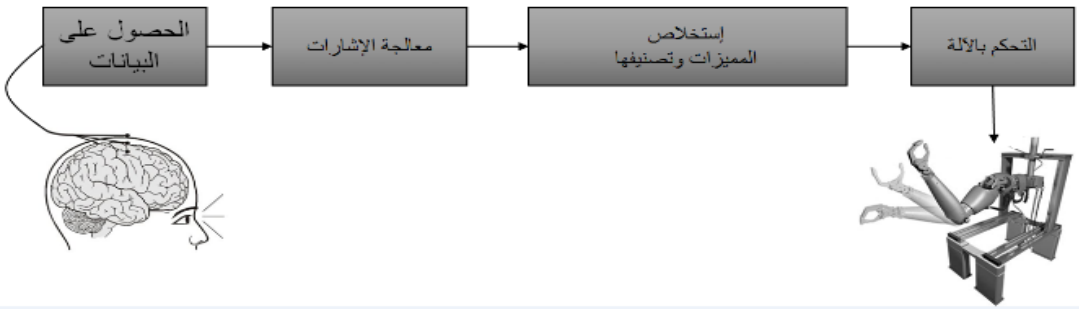
1- تسجيل إشارة الدماغ باستخدام أحد البرامج الحاسوبية.
2- بناء خوارزمية معالجة إشارة الدماغ وتحصيل المعطيات
3- توليد أمر تحكم تبعا لتغير محدد في شكل إشارة الدماغ
4- إرسال أمر التحكم إلى دارة الكترونية خارجية

تكمن أهمية البحث في أنه يفتح الباب أمام تقنيات تكنولوجيا الأعصاب، وتسجيل وتحليل إشارات الدماغ، والذي يجسد في الآونة الأخيرة محط اهتمام أغلب مراكز الأبحاث في العالم؛ حيث يؤمل من أن يساهم تحويل الإشارات الكهربائية إلى حركية في التوصل لأطراف صناعية بديلة تستطيع القيام بوظائف الأطراف الحية نفسها بهدف تعويض المصابين عن أطرافهم المفقودة.

2-مواد البحث و طرائقه:

تم توصيف جميع مراحل العمل لتسجيل إشارات الدماغ وتصميم التجربة العملية حيث تتكون مراحل التطبيق العملي من أربعة أجزاء رئيسية:

1- الحصول على البيانات
2- معالجة الإشارة.
3- استخلاص المميزات وتصنيفها.
4- التحكم بالآلة ، وفق المخطط الصندوقي المبين في الشكل (1).



شكل (1): مراحل تصميم واجهة التخاطب بين الدماغ و الحاسوب.

1-الحصول على البيانات:

تم في هذا البحث استخدام جهاز Neurosky لالتقاط الإشارات الدماغية ومن ثم إرسالها عبر البلوتوث إلى الحاسب.

يمتلك جهاز Neurosky المواصفات الآتية:[11]

- يتحسس الإشارات الصحيحة من الدماغ البشري ويزيل الضجيج الموجود ويحول هذه الإشارات لقيم رقمية.
- يستخدم في تطبيقات الألعاب و البرمجيات والأبحاث.
- الأقطاب: One EEG channel + Reference + Ground.
- ترشيح متقدم للتقليل من الضجيج.
- معدل إرسال العينات RAW EEG at 512Hz.
- جهد التغذية 2.97 إلى 3.63 فولط . تيار العمل 15 ملي امبير.
- مجال التردد: Hz (3-100).
- الاتصال التسلسلي: 1200, 9600, 57600 baudrate- 8bits - No parity .
- الوزن: 130 ملي غرام.
- الأبعاد: 2.79*1.52*0.25سم.

شكل (2) جهاز NeuroSky

2-معالجة الإشارة:

تتكون الإشارات الناتجة من المرحلة السابقة من إشارات الدماغ بالإضافة إلى إشارات تشويش (الإشارات الناتجة من مصادر غير الدماغ)، وتنتج إما من مصادر حيوية مثل حركة العين والعضلات وإما من مصادر خارج جسم الإنسان مثل حركة الأقطاب الكهربائية.

يتم تحديد التشويش عن طريق ترشيح الإشارات الكهربائية ذات التردد الأعلى أو الأقل من تردد إشارات الدماغ الطبيعية، كما وتصنف الإشارات الدماغية تبعا للمنطقة التي تنشط بها والمجال الترددي إلى مجموعة موجات مبينة في الجدول (1):

جدول (1) : مقارنة بين أشكال الموجات الدماغية المختلفة[1].

نوع الموجة	المنطقة التي تنشط بها	المجال الترددي	الحالة الطبيعية التي تنشط بها
Delta	الجبهة	0.5–4 HZ	التأمل – النوم العميق
Theta	القشرة الصدغية	4–8 HZ	الأحلام
Alpha	مؤخرة الرأس	8–13 HZ	الراحة أثناء إغلاق العين
Beta	جانبي الرأس	13–30 HZ	الإدراك الواعي – النشاط العقلي

تم في هذا البحث استخدام برنامج Labview للتمكن من الربط مباشرة مع العتاد الصلب للحاسب والذي يعتمد في عمله على لغة البرمجة المرئية (Visual Programming).

تم بناء برنامج قراءة الإشارة وعزل الضجيج ضمن بيئة Labview كمافي الشكل(4):

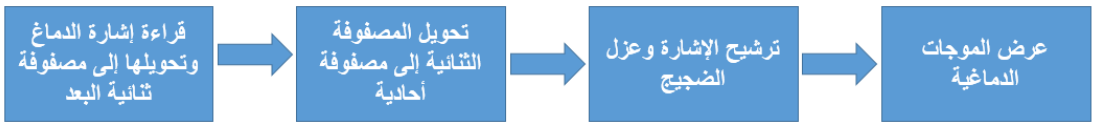
الأدوات المستخدمة في بناء البرنامج:

1- IV Read from spreadsheet file : تم استخدام هذه الأداة من أجل قراءة عدد محدد من الصفوف من ملف نصي رقمي وتم تحويل النص المقروء إلى مصفوفة ثنائية البعد من الأعداد الصحيحة وبالإمكان ضبط المصفوفة البيانية تبعاً للهدف المطلوب منها.

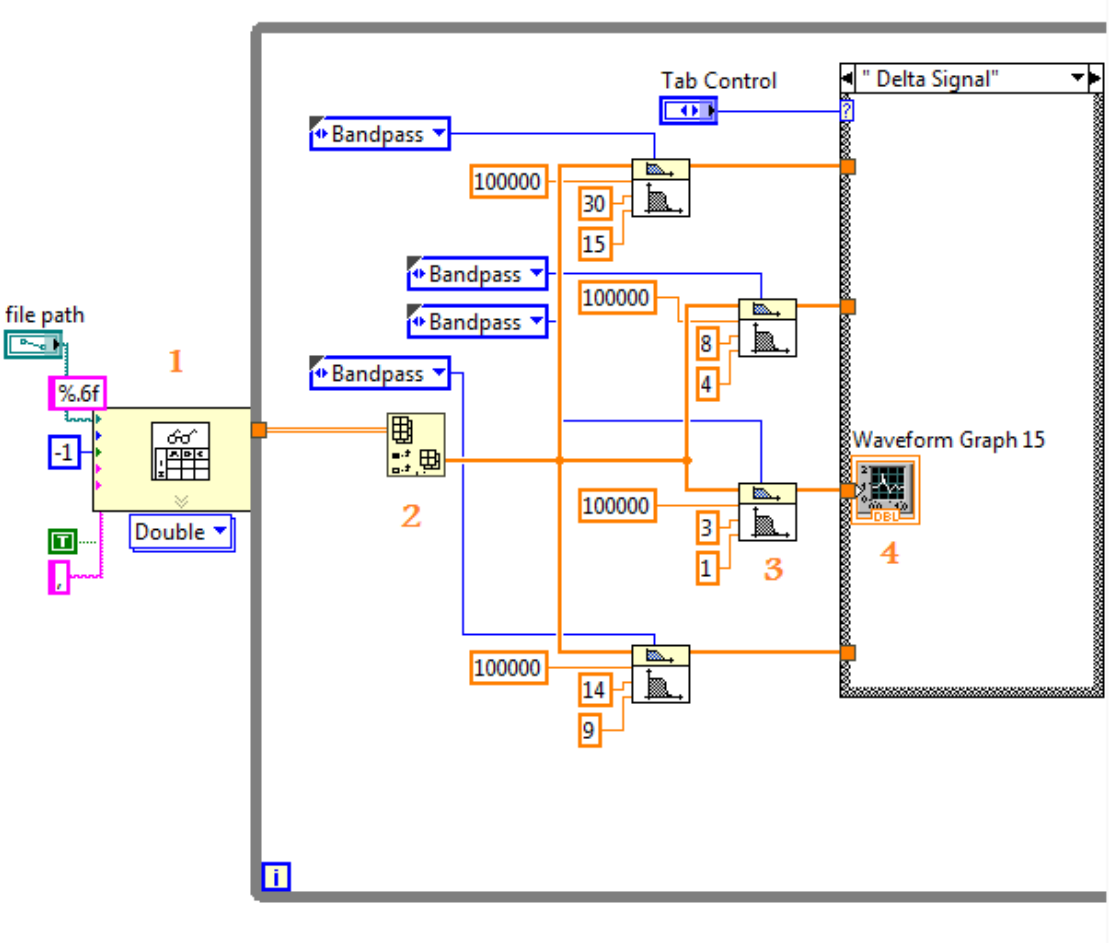
2- Index array : تم استخدام هذه الأداة لتحويل المصفوفة الثنائية إلى مصفوفة أحادية.

3- Butterworth filter : مرشح تم استخدامه لعزل إشارات الضجيج وتحديد المجال الترددي لكل موجة.

4- Graph chart : تم استخدام هذه الأداة لعرض الموجات الدماغية بعد الترشيح.

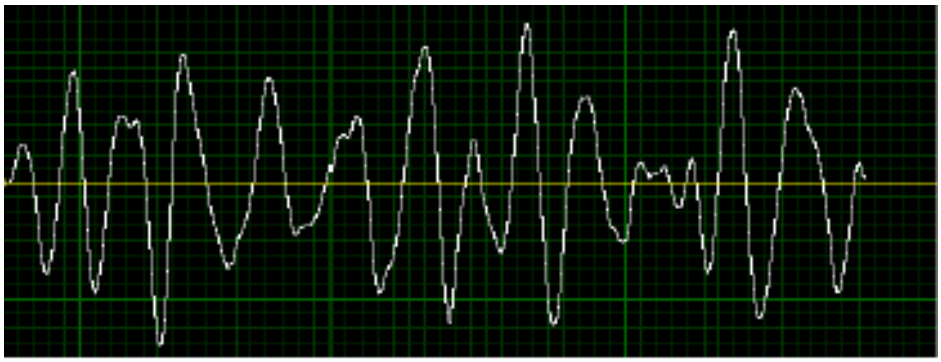


شكل (3): خوارزمية قراءة الإشارة وعزل الضجيج.



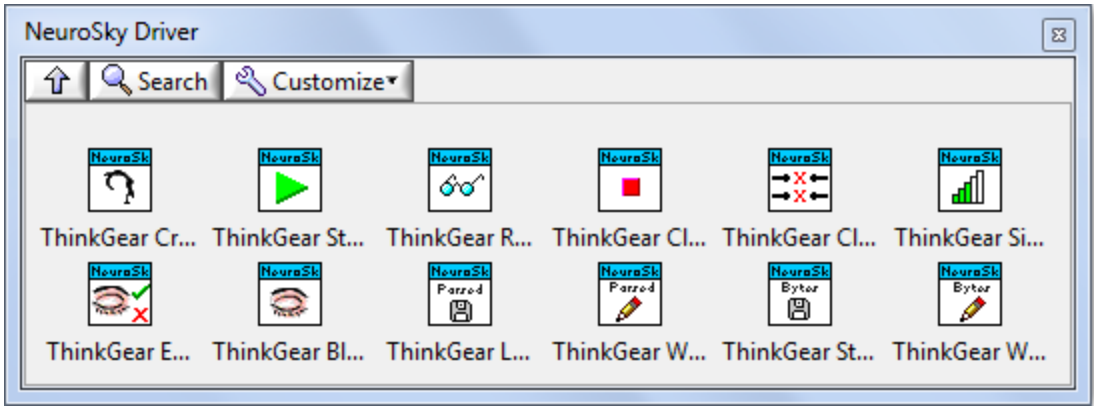
شكل (4): برنامج قراءة الإشارة وعزل الضجيج.

تم استخدام مرشح من نوع Bandwidth لفصل الموجات الدماغية عن بعضها عن طريق تحديد المجال الترددي والشكل الآتي يوضح موجة ثيتا بعد استخدام المرشح.



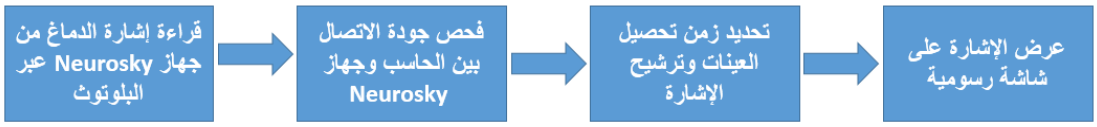
شكل(5): موجة ثيتا.

تم الانتقال في المرحلة الثانية لدراسة الإشارة Online بالاعتماد على جهاز Neurosky وربطه مع برنامج Labview عبر تقنية بلوتوث الذي يتطلب تحميل مكتبة Neurosky الموضحة في الشكل إلى برنامج Labview والتي تحتوي الأدوات الآتية:

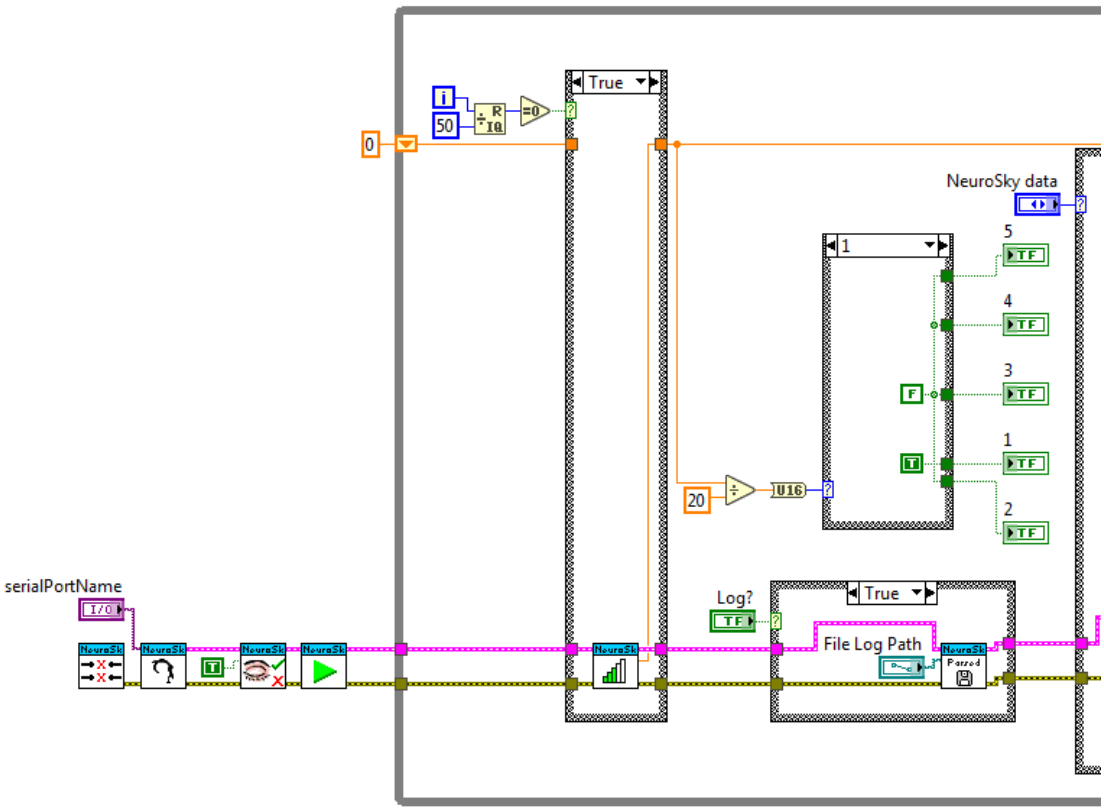


شكل (6):LabVIEW Neurosky Driver.

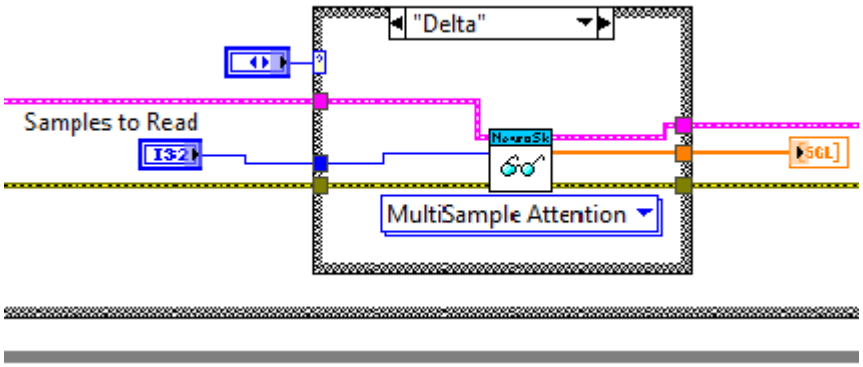
ومن ثم بناء برنامج قراءة إشارات الدماغ في بيئة labview باستخدام أدوات Neurosky. يسمح البرنامج بقراءة إشارات الدماغ الواردة من جهاز Neurosky عبر تقنية بلوتوث عن طريق تحديد منفذ الحاسب المقترن مع جهاز Neurosky بالإضافة إلى وجود أداة عرض لمعرفة قوة الإشارة وفحص جودة الاتصال مع جهاز Neurosky ويمكن بالنتيجة حفظ البيانات إلى ملف محدد، كما في الشكل (8) و الانتقال للمرحلة الآتية والتي يتم فيها تحديد زمن تحصيل العينات ثم ترشيح البيانات وعرضها على شاشة Graph chart، كما هو موضح في الشكل (9).



شكل (7): خوارزمية قراءة إشارة الدماغ.



شكل (8): برنامج قراءة إشارة الدماغ.

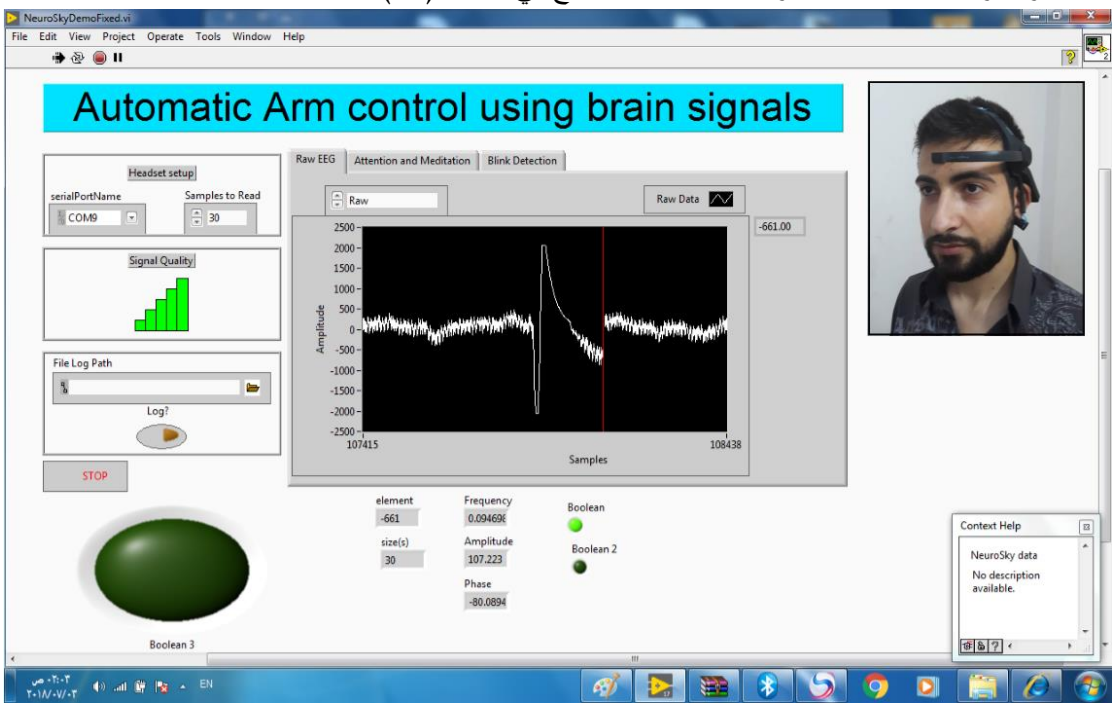


شكل (9): برنامج تحديد العينات وعرض الإشارة

3-استخلاص المميزات وتصنيفها:

تم في هذه الخطوة تحويل الإشارات التي تم استقبالها في وقت زمني معين إلى عدد من المميزات التي يسهل تصنيفها بحسب المهام.

تم إجراء بعض التجارب وراقبنا تغيرات إشارة الدماغ مع مرور الزمن تبعا لنشاطات إرادية محددة وقد لاحظنا تغير التردد والمطال عند غمزة العين كما هو موضح في الشكل (10).



شكل(10): شكل إشارة الدماغ عند إغلاق العين.

ولتأكيد النتائج تم تكرار التجربة عشر مرات على أشخاص مختلفين ودراسة تغير الإشارة أثناء إغلاق العين تبعا لبروتوكول محدد (5 ثوان ثم إغلاق العين – 5 ثوان ثم إغلاق العين مرتين متتاليتين – 5 ثوان راحة مع فتح العين)

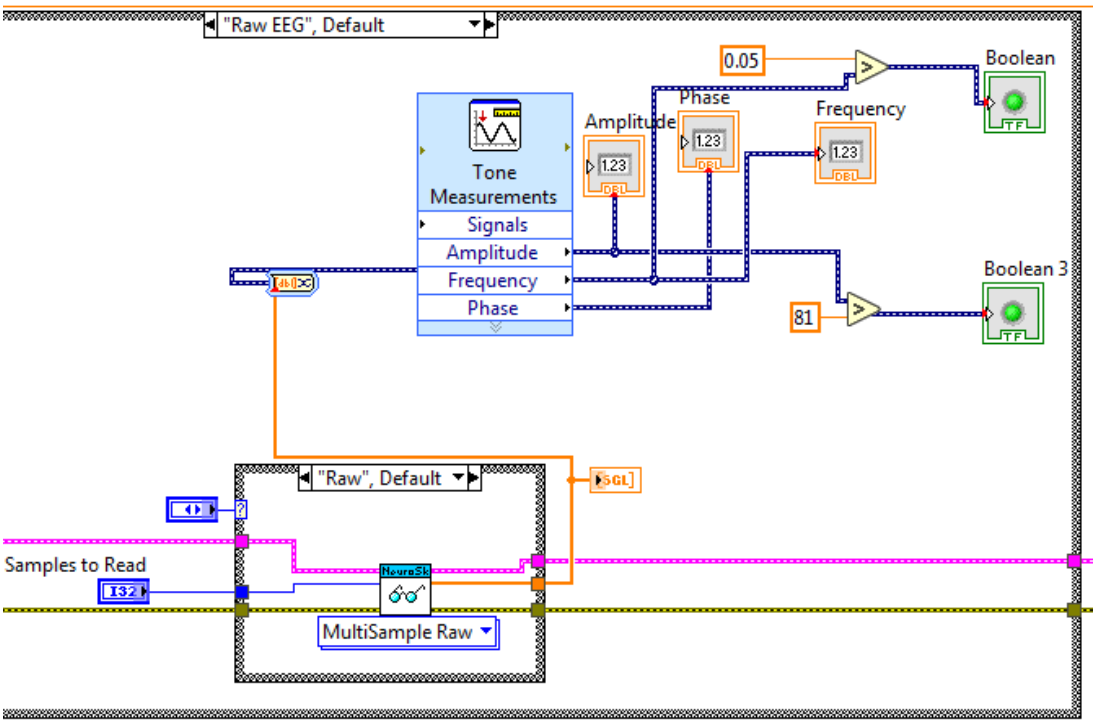
وقد تم ذلك عن طريق تصدير الإشارة إلى ملف إكسل وإجراء دراسة إحصائية لتغيرات الإشارة أثناء الغمزة كما هو موضح في الجدول (2)، الذي يمثل تغير المطال مع الزمن لإحدى الإشارات المسجلة؛ حيث إن العمود الأول يمثل الزمن والعمود الثاني يمثل المطال أما الأسطر الملونة تمثل تغير المطال لحظة إغلاق العين تبعا للبروتوكول المذكور سابقاً.

جدول (2): مطال الإشارة مع الزمن.

Amplitude2	Samples2	Amplitude	Samples
73	86992	−19	86955
101	86993	9	86956
97	86994	28	86957

80	86995	40	86958
74	86996	43	86959
105	86997	41	86960
118	86998	29	86961
103	86999	23	86962
81	87000	43	86963
42	87001	77	86964
17	87002	81	86965
35	87003	72	86966
42	87005	65	86967
10	87006	45	86968
3	87007	34	86969
20	87008	35	86970
28	87009	36	86971
50	87010	37	86972
75	87011	35	86973
92	87012	−1	86974
96	87013	45	86981
77	87014	24	86982
29	87015	24	86983
−7	87016	54	86984
−7	87017	77	86985
−11	87018	66	86986
−25	87019	49	86987
−9	87020	27	86988
20	87021	18	86989
34	87022	21	86990
39	87023	37	86991

والنتيجة تبين زيادة في المطال أثناء غمزة العين وبناء عليه تم تطوير خوارزمية تحصيل المعطيات حيث تم استخدام الأداة Tone Measurements لقياس التردد والمطال والزاوية ثم مقارنة المطال مع القيم الحدية التي تم دراستها سابقا وإصدار أمر التحكم لتشغيل أداة Boolean التي تمثل غمزة العين وذلك عند زيادة المطال عن (81)، كما هو موضح في الشكل(11).

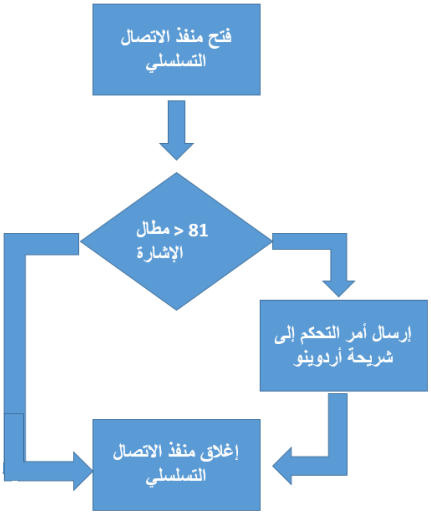


شكل(11) : برنامج تحصيل المعطيات.

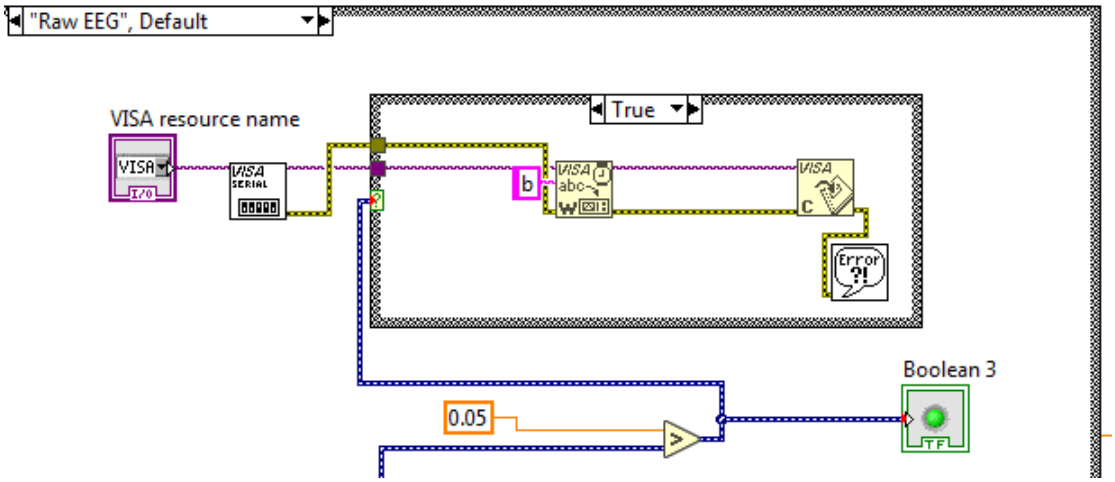
4-التحكم بالآلة:

تم في هذه الخطوة إرسال إشارة تحكم من الحاسب إلى الآلة المراد التحكم بها بناء على ما تم تصنيفه من مميزات في الخطوة السابقة.

فقد تم بناء برنامج التحكم وربطه مع برنامج تحصيل المعطيات الذي تم بناؤه سابقاً وبالتالي تبعا لشرط المقارنة يتم الدخول في حلقة برمجية من نوع Case Structure الهدف منها إرسال المحرف(b) عبر منفذ الحاسب المقترن مع شريحة أردوينو، كما هو موضح في الشكل (13).



شكل (12): خوارزمية التحكم



شكل (13): برنامج التحكم

تم استخدام شريحة Arduino لاستقبال أمر التحكم الذي تم بناؤه في المرحلة السابقة، وتمت كتابة برنامج الشريحة ليقوم بتشغيل ريليه مرتبطة برجل المتحكم رقم 13 وذلك تبعا لغمزة العين.

4- النتائج والمناقشة:

تم في هذا البحث:

1- تسجيل إشارات الدماغ بواسطة جهاز Neurosky وربطه مع برنامج Labview

2- بناء خوارزمية لقراءة إشارة الدماغ وتحصيل المعطيات منها

3- إجراء تجارب على أشخاص مختلفين بهدف ملاحظة تغير إشارات الدماغ تبعا لغمزة العين

4- تشكيل أمر تحكم تبعا لتغير محدد في تردد ومطال إشارة الدماغ

5- إرسال أمر التحكم إلى شريحة أردوينو بهدف تشغيل ريليه تبعا لغمزة العين.

في حين أن الدراسات التي تم الاطلاع عليها لم تعتمد البروتوكول المستخدم نفسه في قراءة إشارة الدماغ، وكمية العينات نفسها؛ ولكن النتيجة كانت الحصول على موثوقية أكبر عند تحليل البيانات الإحصائية وتشكيل أمر التحكم المناسب لقيادة الذراع الآلي.

5- الاستنتاجات والتوصيات:

تم تحليل إشارات الدماغ والتمييز بينها في ظروف محددة؛ لتحويلها إلى إشارات تحكم يمكن استخدامها في أتمتة إجراءات مختلفة: كتحريك ذراع آلي، أو طرف صناعي لشخص معاق؛ ويمكن تعميم الدراسة على نشاطات أخرى، ودراسة الاستجابة تبعا لها؛ وبالتالي الحصول على عدد كبير من أوامر التحكم.

نوصي باستخدام أجهزة متطورة أكثر دقة في التقاط إشارات الدماغ؛ للحصول على أوامر تحكم مختلفة.

6- المراجع:

- [1] HARMONY,T,S.2015,*EEG Signal Processing*. Malaysia,22.
- [2] BAZANOVA,O,M;VERNON,D.2013,*Interpreting EEG alpha activity*. Holland,12.

- [3]PFURTSCHELLER,G;NEUPER,C;GUGER,C;HARKAM,W;RAMOSER,H;SCHLOG L,A;OBERMAIER,B;PREGENZE,M.2000,*Current Trends in Graz Brain–Computer Interface (BCI) Research*. Austria,4.
- [4]DELORME,A;MAKEIG,S.2004,*EEGLAB: an open source toolbox for analysis of single-trial EEG dynamics including independent component analysis.* California San Diego,21.
- [5] DELORME,A;MULLEN,T;KOTHE,C;ACAR,A,Z;SHAMLO,N,B; VANKOV,A; and MAKEIG,S.2011,*EEGLAB, SIFT, NFT, BCILAB, and ERICA: New Tools for Advanced EEG Processing*.California San Diego,12.
- [6] KOTHE,A,C;MAKEIG,S.*BCILAB: A platform for brain-computer interface development*.California San Diego,24.
- [7] THUNUGUNTLA,L;MOHAN,R,V;MOUNIKA,P.2014,*EEG Based Brain Controlled Robot.*India,4.
- [8]BHYRI,C;KALAPANA,V;HAMDE,S,T;WAGHMARE,L,M.2009,*Estimation of ECG features using Lab View.*5.
- [9]ONTON,J;DELORME,A; and MAKEIG,S.2005, Frontal midline EEG dynamics during working memory. California San Diego,16.
- [10] 23Jun.2018.http://neurosky.com/
- [11] 23Jun.2018.http://www.rassoft.net/article217
- [12] 23Jun.2018.https://github.com/sccn/BCILAB
- [13] 23Jun.2018.https://sccn.ucsd.edu/wiki/BCILAB