

###### دانشگاه آزاد اسلامي

###### واحد تهران مرکز

**عنوان:**

**بررسي سيگنالهاي الكترو مايوگرافي در حركت دست**

**نام استاد:**

**تهيه وتنظيم:**

**فهرست مطالب**

**عنوان صفحه**

چكيده

مقدمه 1

**فصل اول : ‌آشنايي با الكترومايوگرافي**

1-1 مقدمه 3

2-1 الكترومايوگرافي چيست ؟ 3

3-1 منشأ سيگنال EMG كجاست ؟ 7

1-3-1 واحد حركتي 7

4-1 آناتومي عضله 8

1-4-1 رشته عضلاني واحد 8

2-4-1 ساختار سلول ماهيچه 8

5-1 انقباض عضلاني 9

6-1 تحريك‌پذيري غشاء عضله 11

7-1 توليد سيگنال EMG 12

1-7-1 پتانسيل عمل 12

8-1 تركيب سيگنال EMG 14

1-8-1 انطباق واحدهاي حركتي 14

9-1 فعال سازي عضله 15

10-1 طبيعت سيگنال MMG 16

11-1 فاكتورهاي موثر بر سيگنال EMG 18

**فصل دوم :انواع سيگنال‌هاي الكترومايوگرافي و روشهاي طراحي**

1-2 انواع EMG 21

2-2 الكترومايوگرافي سطحي : رديابي و ثبت 22

1-2-2 ارتباطات كلي 22

2-2-2 مشخصه‌هاي سيگنال EMG 23

3-2 مشخصه‌هاي نويز الكتريكي 24

1-3-2 نويزمحدود شده 24

2-3-2 آرتي فكت‌هاي حركتي 24

3-2-2 ناپايداري ذاتي سيگنال 25

3-2 بيشينه سيگنال EMG 25

4-2 طراحي الكترود و ‌آمپلي فاير 26

5-2 تقويت تفاضلي 26

6-2 امپدانس داخلي 28

7-2 طراحي الكترودفعال 29

8-2 فيلترينگ 29

9-2 استقرار الكترود 30

10-2 روش مرجح مصرف 30

11-2 هندسه الكترود 30

1-11-2 نسبت سيگنال به نويز 31

2-11-2 پهناي باند 32

3-11-2 ساير ماهيچه نمونه 32

4-11-2 قابليت cross talk 33

12-2 بار موازي الكترود 33

13-2 قرار دادن الكترود EMG 34

1-13-2 تعيين مكان و جهت‌يابي الكترود 34

2-13-2 نه روي نقطه محرك 35

3-13-2 نه روي نقطه محرك 36

4-13-2 نه در لبه‌ي بيروني ماهيچه 37

14-2 موقعيت الكترود نسبت به فيبرهاي ماهيچه 37

15-2 قرار دادن الكترود مقايسه 38

16-2 پردازش سيگنال EMG 39

17-2 كاربردهاي سيگنالEMG 40

18-2 الكترومايوگرافي سوزني 41

19-2 مزايا و معايب الكترودهاي سطحي و سوزني 43

1-19-2 مزيت‌هاي الكترود سطحي 43

2-19-2 معايب الكترودهاي سطحي 43

3-19-2مزاياي الكترودهاي سوزني 43

4-19-2 معايب الكترودهاي سوزني 44

20-2 تفاوت موجود بين الكترودهاي سطحي وسوزني 45

21-2 انواع طراحي 45

**فصل سوم :مفاهيم اساسي در بدست آوردن سيگنال EMG**

1-3 مقدمه 48

2-3 معرفي 48

1-2-3 نمونه‌برداري ديجيتال چيست ؟ 48

2-2-3 فركانس نمونه‌برداري 49

3-2-3 فركانس نمونه‌برداري چقدر بايد بالا باشد ؟ 49

4-2-3 زير نمونه‌برداري – وقتي كه فركانس نمونه‌برداري خيلي پائين باشد 52

5-2-3 فركانس نايكوئيست 53

6-2-3 تبصره‌ي كاربردي DELSYS 54

3-3 سينوس‌ها و تبديل فوريه 54

1-3-3 تجزيه سيگنال‌ها به سينوس‌ها 55

2-3-3 دامنه فركانس 57

3-3-3 مستعارسازي – چطور از آن دوري كنيم ؟ 59

4-3-3 فيلترپارمستعاد 61

5-3-3نكته كاربردي DELSYS 63

4-3 فيلترها 64

1-4-3 انواع فيلترهاي ايده‌ آل 65

2-4-3 پاسخ فاز ايده‌آل 67

3-4-3 فيلتر كاربردي 68

4-4-3پاسخ فاز غير خطي 71

5-4-3 اندازه‌گيري ولتاژ - دامنه ، توان ودسي بل 72

6-4-3 فركانس 3 Db 74

7-4-3 مرتبه فيلتر 75

8-4-3 انواع فيلتر 76

9-4-3 فيلترهايdigital - Analog Vs 80

10-4-3 نكته كاربردي Delsys 84

5-3 رسيدگي به مبدل‌هاي آنالوگ به ديجيتال 85

1-5-3 كوانتايي سازي 85

2-5-3 رنج ديناميكي 87

3-5-3 كوانتايي سازي سيگنال EMG 90

4-5-3 مشخص ك ردن ويژگي‌هاي ADC 92

5-5-3 نكته كاربردي Delsys 95

6-3 نتيجه‌گيري 95

**فصل 4: بكارگيري مناسبت نيرويgrip مبني بر سيگنال EMG**

1-4 مقدمه 98

2-4ديد كلي پايه‌اي يك سيستم 98

3-4 منطقي براي توليد نيروي گريپ 99

4-4 دستاورد 102

5-4 نتيجه 103

**فصل پنجم : طبقه‌بندي سيگنال EMG براي شناسايي سيگنال دست**

* 1. مقدمه 105

2-5 سيگنال‌هاي EMG و سيستم اندازه‌گيري 107

3-5 طرح ويژگي‌ خود سازمان دهي 107

4-5 روش طبقه بندي سيگنال EMG پيشنهادي 109

5-5 نتيجه‌گيري 117

**فصل 6: ارتباط بين نيروي ماهيچه‌اي ايزومتريك و سيگنال EMG به   
عنوان هندسه بازو**

* 1. مقدمه 119
  2. نتايج 121

3-6 بحث 123

1-3-6 ارتباط EMG- Force 127

2-3-6 رابط نيروي MF 129

3-3-6 رابطه‌ي درصد نيروي DET 131

4-3-6 نتايج 131

4-6 روش تجربي 132

1-4-6 اشخاص 132

2-4-6 مجموعه تجربي 132

3-4-6 مدارك EMG و نيرو 133

4-4-6 تحليل‌هاي EMG غير خطي 135

5-4-6 تحليل‌هاي ‌آماري و پارامترها 136

5-6 نتيجه‌گيري 136

**فصل 7: طبقه‌بندي سيگنال EMG براي كنترل دست مصنوعي**

1-7 مقدمه 138

2-7 روش‌ها 140

3-7 آزمايش و نتايج 141

1-3-7 نتيجه‌گيري 142

**فصل 8 : يك استخوان‌بندي كنترل شده توسط EMG براي نوسازي دست**

1-8 مقدمه 144

2-8 سيستم اصلاح دست 148

1-2-8 استخوان‌بندي خارجي 148

2-2-8 الكترونيك و نرم افزار 149

3-8 پردازش EMG 151

4-8 تستهاي اوليه دستگاه 153

1-4-8 نتيجه‌گيري 155

2-4-8 كارهاي آينده 156

**فصل نهم : يك مدار ‌آنالوگ جديد بر اي كنترل دست مصنوعي**

1-9 مقدمه 158

2-9 چكيد‌ه‌اي از سيستم 160

3-9 پياده‌سازي مدار 163

4-9 نتايج شبيه سازي 166

5-9 نتيجه‌گيري 168

نتيجه‌گيري كلي 169

**فهرست تصاوير**

فصل 1

شكل 1 : نمونه‌اي از سيگنالEMG 7

شكل 2: واحد حركتي 8

شكل 3: مدل آناتومي عضله 9

شكل 4: اكتين و ميوزين و باندهاي مربوط به آن 11

شكل 5: پروسه انقباض عضله 12

شكل 6: شماتيك تصويري سيكل دپلاريزاسيون / پلاريزاسيون درون   
غشاهاي تحريك شونده 13

شكل 7: نمودار پتانسيل عمل 13

شكل 8: ناحيه‌ي دپلاريزاسيون در غشاء فيبرعضلاني 14

شكل 9: پتانسيل عمل واحدهاي حركتي متعدد 14

شكل 10: بكارگيري و فركانس شروع واحدهاي حركتي نيرو 15

شكل 11: ثبت سيگنال خام سه انقباض براي عضله سه سر 16

شكل 12: سيگنال خام EMG با تداخل سنگين ECG 19

فصل 2

شكل 1 :طيف فركانسي سيگنال EMG آشكار شده جلوي ماهيچه 23

شكل 2: طرح‌هاي شكل تقويت كننده تفاضلي 28

شكل 3: ارائه طرح كلي بارو تركيبات مدور بر الكترود 34

شكل 4: مكان مرجع الكترود بين تاندون و بخش حركتي 35

فصل3

شكل 1: سيگنال آنالوگ كشف شده توسط الكترود DE2.1 49

شكل 2: A) نمونه‌برداري از سينوس 1 ولت ، 1 هرتز در 10 هرتز 51

B) بازآفريني سينوس نمونه‌برداري شده در 10 هرتز 51

شكل 3: A) نمونه‌برداري يك سينوس 1 ولت ، 1 هرتز در 2 هرتز 52

B) بازآفريني سينوس نمونه برداريشده در 2 هرتز 52

شكل 4: A) نمونه‌برداري يك سينوس 53

شكل 5: تجزيه‌ي فوريه‌ي يك پتانسيل عمل واحد حركتي نمونه‌برداري شده 56

شكل 6 : هيستوگرام دامنه 10 سينوس شكل 5 58

شكل7: طيف موج فركانسي سيگنال نمونه در شكل 6 60

شكل 8 : مستعار سازي نويز 13 61

شكل 9 : پاد مستعارسازي 62

شكل 10: انواع فيلترها 66

شكل 11: طرح فاز يك فيلترايده آل 68

شكل 12: خصوصيات فيلترهاي كاربردي 72

جدول 1: فاكتورهاي تضعيف وگين نمونه 74

شكل 13: فيلتر پائين گذر مرتبه اول و دوم 76

شكل 14: اندازه ومقايسه انواع فيلترهاي بالاگذر 79

شكل 15: فيلتر پائين گذر تك قطبي 82

شكل 16: نمونه‌برداري و فيلتر ديجيتالي سيگنال آنالوگ 83

شكل 17: مراحل كوانتايي سازي مبدل آنالوگ به ديجيتال 86

شكل 18: تحليل رنج A/D 89

فصل 4

شكل 1: بلوك دياگرام دستگاه 99

شكل 2: سطوح و شماتيك‌ها 100

شكل 3: نيروهاي گريپ 102

فصل 5

شكل 1: بلوك دياگرام سيستم اندازه‌گيري سيگنال EMG 110

شكل 2 : موقعيت الكترودها 110

شكل 3: بلوك دياگرام روش‌ هاي پيشنهادي 111

شكل 4: سيگنال‌هاي دست براي كاراكترهاي كره‌ اي 112

شكل 5: نرون‌هاي خروجي 113

شكل 6: بلوك دياگرام ترتيب آزمايشگاهي 114

شكل 7: عكس وضعيت آزمايش 114

شكل 8: سيگنال EMG اندازه‌گيري شده و سيگنال داخلي قابل استفاده 115

شكل 9: نرون‌هاي خروجي sofm1 بعد از مرتب كردن 115

جدول 1: نرون‌هاي خروجي بعد از يادگيري 116

جدول 2: نتايج ‌آزمايش 116

فصل 6

شكل 1 : مقادير ميانگين نيروهاي ارادي ماكزيمم در ANT و POST 123

شكل 2 : رابطه‌ي نيروي EMG 124

شكل 3: رابطه‌ي نيروي MF 125

شكل 4: رابطه‌ي درصد نيروي DET 126

شكل 5: دياگرام‌هاي ارتباط بين فركانس متوسط و DET 127

فصل 8

شكل 1: طرح هندسي سيستم توانبخشي دست 146

شكل 2: نماي سيستم توانبخشي دست 147

شكل 3: نماي جانبي استخوان‌بندي بيروني 148

شكل 4: دست‌مجازي وواسط درمان 150

شكل 5: محل قرارگيري الكترود سطحي 151

شكل 6: سيگنال EMG يكسو شده 152

فصل 9

شكل 1: بلوك دياگرام سيستم پيشنهادي 160

شكل 2: دياگرام حالت كنترل حالات مختلف دست با استفاده از EMG 161

جدول 1: حالات دست وسيگنال‌هاي مربوطه 161

شكل 3: بلوك دياگرام پردازش سيگنال 162

شكل 4: بلوك دياگرام تحليل‌ گر EMG 163

شكل 5: شماتيك مدار پردازش سيگنال 164

جدول 2: اندازه‌ي تراتريستورها 165

شكل 6: سيگنال‌هاي داخلي شبيه‌سازي شده‌ي تحليل‌گر سيگنال EMG 166

شكل 7: مجموعه‌ي سيگنال‌هاي EMG وپاسخ خروجي ماشين حالت 167

شكل 8: پاسخ‌هاي شبيه‌سازي شده براي تغييرات انگشتان مختلف 167

چكيده :

الكترومايوگرافي (EMG) مطالعه عملكرد عضله از طريق تحليل سيگنال‌هاي الكتريكي توليد شده در حين انقباضات عضلاني است كه اندازه‌گيري آن همراه با تحريك عضله است كه ميتواند شامل عضلات ارادي و غيرارادي شود اين سيگنال به طور كلي به دو دسته‌ي باليني وKine Siological EMG تقسيم‌بندي مي شود كه خود دسته‌ي دوم باز دونوع سوزني وسطحي را در خود جاي مي‌دهدكه هر كدام درجاي خود بسته به نوع ماهيچه و بيماري مورد استفاده قرار مي گيرند در الكترومايوگرافي آنچه از اهميت ويژه‌اي برخوردار است نوع طراحي الكترود است كه در اين مقاله به سه نوع طراحي الكترود اشاره شده است . براي اندازه‌گيري و ثبت سيگنال الكترومايوگرافي مكان قرار دادن الكترود بسيار مهم ميباشد . الكترومايوگرافي موضوع تحقيقي بسيار گسترده‌اي مي‌باشد و پرداختن به هر قسمت آن خود به زمان بسيار زيادي احتياج دارد در اينجا به بررسي اين سيگنال در حركت دست مي‌پردازيم . براي شناسايي سيگنال دست از طبقه‌بندي الگوي EMG استفاده مي‌كنند كه اين طبقه‌بندي روش‌هاي گوناگوني از جمله swids ، هوش مصنوعي sofms و غيره مي باشد كه روش مورد بررسي در اين تحقيق طبقه بندي الگوي EMG با استفاده از نقشه‌هاي خود سازمانده مي باشد sofm يك شبكه رقابتي يادگيري بدونكنترلي است كه داراي الگوي طبقه‌بندي مي‌باشد . گر چه طبقه‌ بندي الگوهاي EMG بسيار مشكل مي‌باشد اما به حركت دست كمك زيادي مي‌كند بيشترين استفاده EMG براي نوسازي دست است نوسازي دست اصولاً با استخوان بندي كنترل شده انجام مي‌شود . فعاليت الكتريكي ماهيچه‌ها به ما اين اجازه را مي‌دهد كه بدانيم آيا بيمار در سعي در تكان دادن انگشت‌ها مي‌كند يا نه .

هدف از ارائه استخوان بندي خارجي براي اين است كه بيمار احساس استقلال بيشتري داشته باشد براي كنترل‌ دست‌هاي مصنوعي مدار ‌آنالوگي طراحي شده است كه براي كمك به افراد مقطوع العضو مناسب است كه ما در اين جا همه اين مباحث گفته شده را مورد تحليل و بررسي قرار مي‌دهيم .

**نتيجه‌گيري :**

بدليل بحث بسيار گسترده‌ي EMG ابتدا سعي كرديم ديد اوليه‌اي نسبت به EMG پيدا كرده وسپس به شرع يكي از كاربردهاي آن بپردازيم . در بررسي كلي EMG دريافتيم كه الكترومايوگرافي كاربرد گسترده‌اي در تشخيص و درمانهاي حركتي و عصبي و هم چنين براي نوسازي و اصلاح اعضاي قطع شده‌ي بدن سالم دارد با بررسي‌هايي كه داشتيم ديديم كه الكترومايوگرافي مثل اغلب روش‌هاي درماني ديگر داراي انواعي است كه به توضيح آنها معايب و مزايا نحوه ي كاربرد و موارد استفاده پرداختيم . ودر آن فصل به اين نتيجه رسيديم كه براي هر ماهيچه و عضله بسته به اندازه‌ي آن ماهيچه و نوع مشكلي كه دارد الكترود مورد نياز را بايد استفاده كرد براي بدست آوردن سيگنال دانستن يك سري مفاهيم اساسي لازم و ضروري است كه به شرح آنها پرداختيم كه كمك به سزايي در بدست آوردن سيگنال مي‌كند مثلاً اينكه براي سيگنال نويزنداشته باشد بايد از چه فيلتري استفاده شود . زماني كه مفهوم و روش‌هاي كلي بدست آوردن سيگنال را آموخته باشيم مي‌توانيم بحث خود را از حالت كلي به بررسي حالات جزئي تر ببريم كه ما در اين تحقيق سعي كرديم روي حركت دست و كاربرد EMG در آن كار كنيم . براي شروع اينكار ابتدا از طبقه‌بندي سيگنال EMG براي شناسايي سيگنال‌هاي دست استفاده كرديم . چون براي اولين بار به هم چنين كاري مي‌پرداختيم روش ساده‌اي به نام SOFM را انتخاب كرديم كه يك روش بدون كنترل مي‌باشد .

وقتي سيگنالهاي شناسايي شده دست را داشته باشيم خيلي راحت مي‌توانيم به درمان مشكلات آن بپردازيم و هم چنين با مشكلات زيادي روبرو بود و ريسك بالايي را از صدمات جسمي را دارا بود ولي با ظهور الكترومايوگرافي و به كارگيري صحيح آن رفته رفته اين مشكلات كاهش يافت و با يك استخوان‌بندي خارجي كنترل شده با EMG به راحتي مي‌توان به نوسازي دست كمك كرد بدون اينكه صدمه‌ي جسمي به شخص وارد شود . سيستمي كه براي اصلاح دست پياده سازي كرديم شامل يك PC، يك ميكروكنترلر ، يك استخوان بندي خارجي و يك قطعه جهت ثبت سيگنال‌هاي EMG است .

با اين كار هزينه هاي درمان نيز بسيار كاهش مي‌يابد . هم چنين در چنين تحقيقات خود به مداري آنالوگ دست پيدا كرديم كه براي كنترل دست‌هاي مصنوعي طراحي شده است . به اين دليل از مدار آنالوگ استفاده مي‌شود كه سيگنالها در ناحيه‌ي آنالوگ واقع گرايانه‌تر از ناحيه‌ي ديجيتال است .

همانطور كه گفته شد بررسي الكترومايوگرافي در حركت دست بحث بسيار گسترده‌اي است كه در اينجا ما تنها به بررسي مطالب كلي پرداختيم .