

مبانی مهندسی پزشکی

پروژه اول

استاد: دکتر بدیعی

محمد مهدی رحیمی

۸۱۰۱۹۷۵۱۰

سوال ۱) برای شروع خواب غیر REM سه مرحله وجود دارد به شرح زیر است:

Non-REM sleep consists of several different sleep stages (N1, N2, and N3) each characterised by a specific pattern of brain activity reflecting sleep depth. All stages of sleep (N1, N2, N3, REM) typically occur across a cycle of 50 minutes for infants and toddlers, and 90-110 minutes for older children and adults, repeating multiple times throughout the night. As we learned previously, the distribution of REM and non-REM sleep varies across a person's lifetime. It is also important to note that the time spent in each stage varies from person to person, and across the night.

N1 sleep is generally referred to as light sleep, marking the transition from wakefulness to sleep. It is determined by the presence of low amplitude, mixed frequency EEG, mainly occurring between 6-8 Hz in what is called the theta waveband. This pattern of brain activity is accompanied by a notable decrease in muscle tone (as compared to waking states) and slow rolling eye movements, which are present as a person begins to fall asleep.

The EEG of **N2 sleep** mainly occurs across a frequency range of 4-7 Hz in the theta waveband, and is accompanied by a similar decrease in muscle tone as in N1, as well as reduced heart rate, lowered core body temperature, and no eye movements. Most importantly, N2 sleep is typified by distinct bursts of brain activity, known as K-complexes and sleep spindles.

N3 sleep is considered to be deepest stage of sleep. The EEG of N3 consists of high amplitude, low frequency waves of brain activity, mainly in the delta waveband (0 – 4 Hz). Due to these large, slow waves, N3 is commonly referred to as Slow Wave Sleep (SWS). Whilst the EEG of N3 is characteristically different to that of N2, similarities occur in the occasional presence of sleep spindles, and decreased heart rate and core body temperature. Contrasting to earlier stages of sleep, N3 has a high arousal threshold, meaning that it is difficult to wake someone from this stage of sleep. The amount of time spent in N3 is greatest in early childhood, reducing in length as we grow older.

در صفحه بعد خلاصه ای از این مراحل و اطلاعات آن می باشد.

Characteristics of Sleep Stage EEG				
Stage	EEG frequency rate (Hz)	EEG amplitude	Waveband	Associated characteristics
N1	6-8 <i>Mixed frequency</i>	Low	Theta	<ul style="list-style-type: none"> • Low arousal threshold • Slow, rolling eye movements • Decrease in muscle tone • Thoughts lose logical coherence • Hypnic jerks
N2	4-7 <i>Sleep spindles: 9-16</i> <i>K-complexes: 0.5-2</i> <i>Low frequency</i>	Medium	Theta	<ul style="list-style-type: none"> • Sleep spindles • K-complexes • Decrease in muscle tone • Reduced heart rate • Lowered body temperature
N3	1-4 <i>Low frequency</i>	High	Delta	<ul style="list-style-type: none"> • Occasional sleep spindles • High arousal threshold • Decreased heart rate • Lowered body temperature
REM	Above 8 Hz <i>Mixed frequency</i>	Low	Alpha/Beta	<ul style="list-style-type: none"> • Rapid eye movements • Muscle atonia

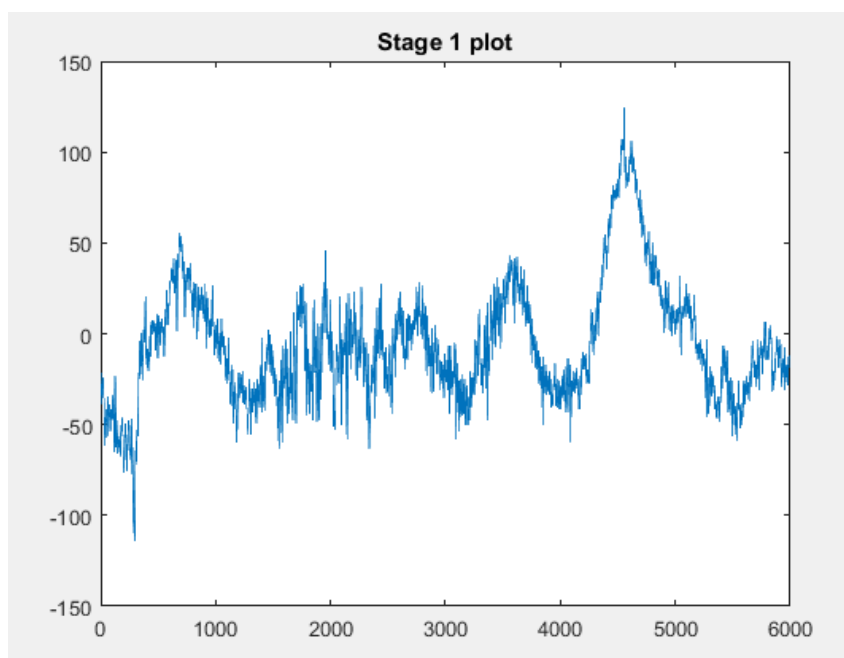
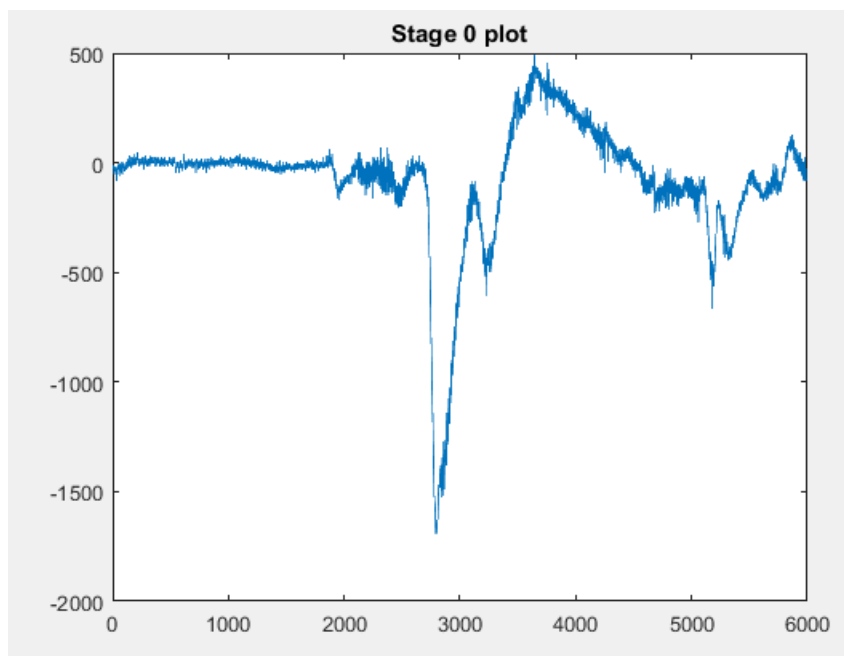
منبع :

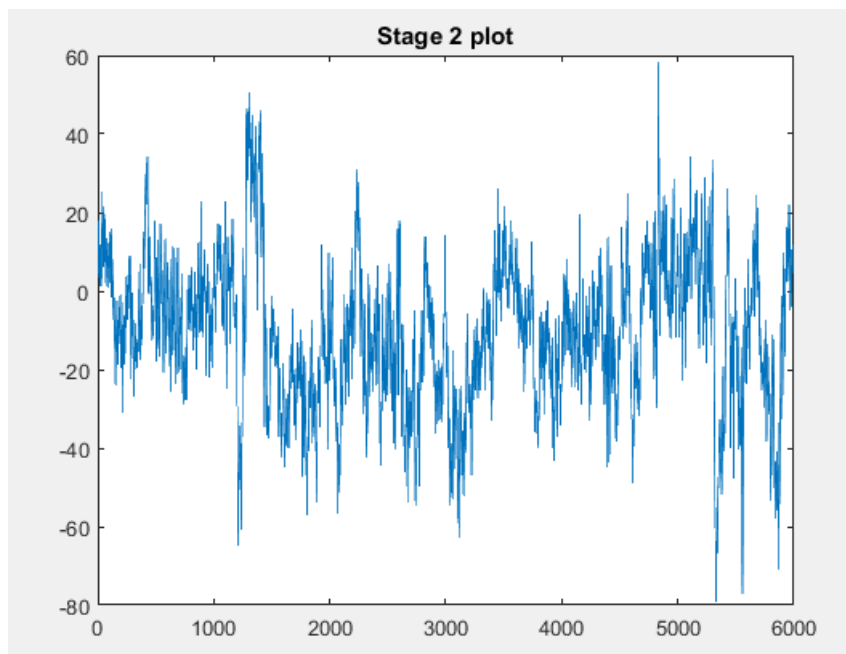
<https://www.futurelearn.com/info/courses/childhood-obesity/0/steps/22577>

نکات بخش شبیه سازی:

- برای اجرای کد ابتدا داده ها را وارد کرده سپس از کد استفاده کرده.
- به دلیل محاسبات و تعداد بالای نمودار ها پیشنهاد می شود کد مرحله مرحله اجرا شود.
- همانطور که ذکر شد تعداد نمودار ها زیاد بوده و تعداد مورد نیاز آن در گزارش کار می باشد اما در هر بخش نمودار های که رسم می شوند در گزارش کار توضیح داده می شود. با مراجعه به سوال مورد نظر و اجرای کد می توان با توجه به توضیحات نمودار ها و مطالب اضافه تر را مشاهده کرد.
- در ابتدای هر قسمت از کد به صورت کامنت توضیح داده شده است که برای کدام سوال و به چه منظور می باشد.
- با توجه به اینکه هر کدام از داده ها دارای ۷ کانال می باشد در این پروژه از داده های کانال یک برای همه قسمت ها استفاده شده است.

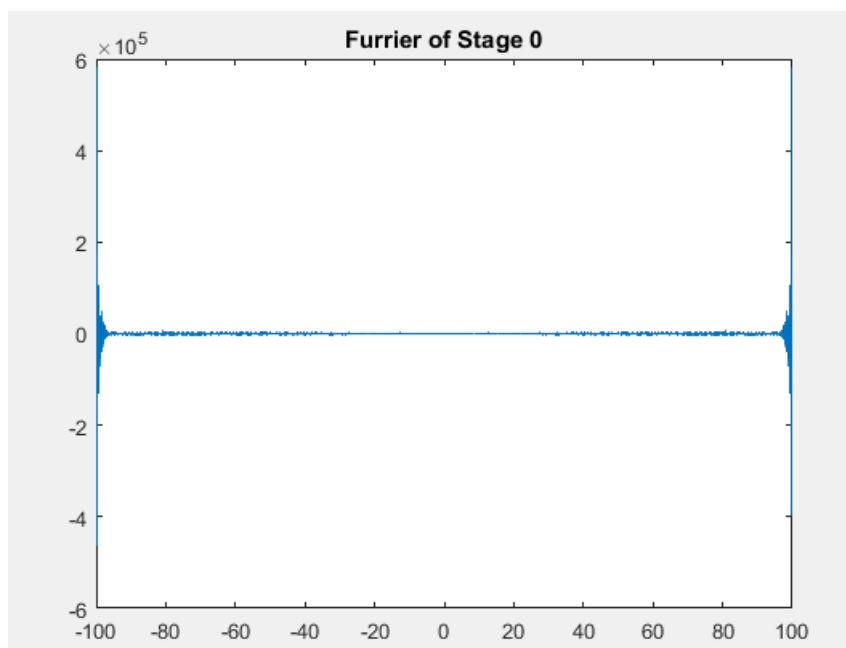
سوال ۲) در این قسمت داده ها را باز کرده و نمودار آن ها را رسم می کنیم که به ترتیب برای استیج ۰ و ۱ و ۲ می باشد (شکل های ۱ تا ۳ مربوط به این بخش می باشند)





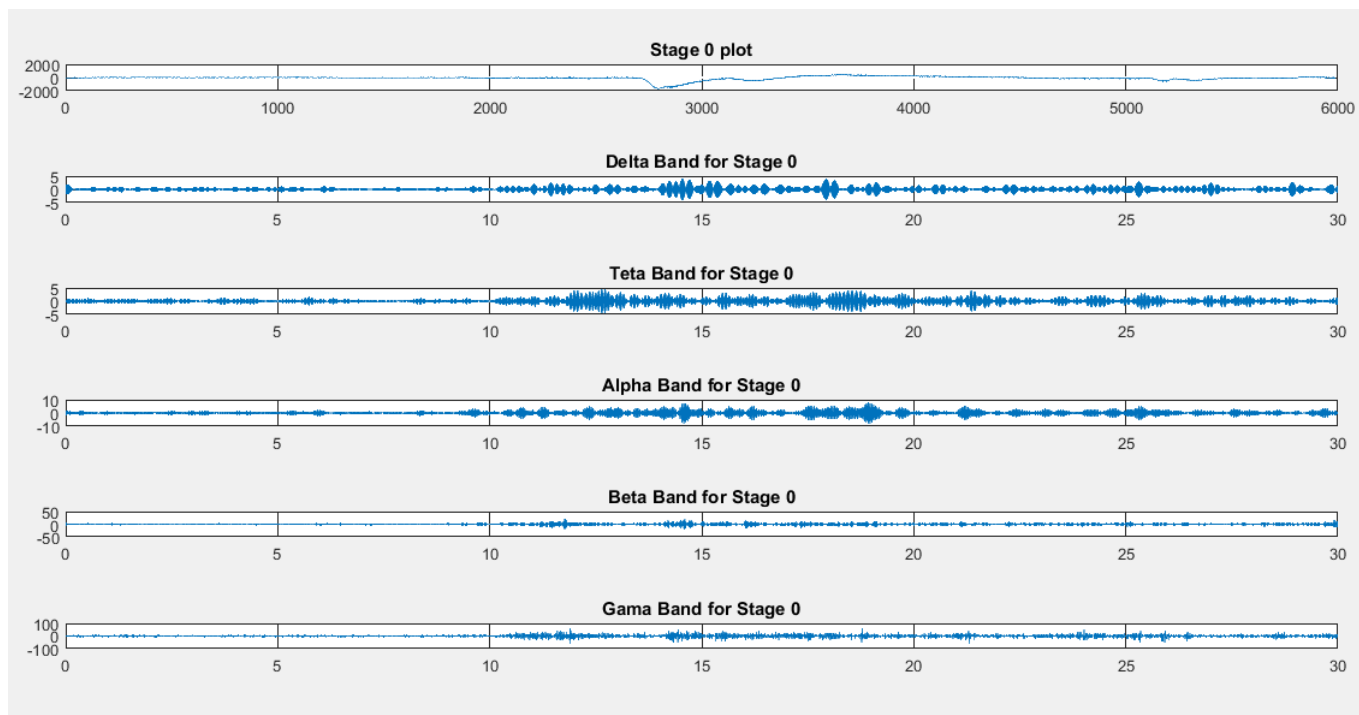
سوال ۳) در این سوال ابتدا داده های مورد نظر (داده های کانال یک از هر استیج) را انتخاب کرده نرخ نمونه برداری مورد نظر را نیز پیدا کرده و یک دامنه فرکانسی و دامنه زمانی مربوط به آن را پیدا کرده سپس فوریه داده ها را محاسبه کرده و با توجه به باند هایی که داده شده است سیگنال را فیلتر میکنیم و سیگنال های فیلتر شده فوریه معکوس گرفته و نمایش می دهیم. فوریه داده های یلتر نشده را نیز رسم می کنیم. به ترتیب برای استیج ها رسم کرده که در ابتدا فوریه داده ها سپس باند های آن را نمایش میدهم.

(در شکل ۴ تا ۹ نمودار فوریه و باند های مختلف استیج صفر می باشد و از شکل ۱۰ تا ۱۵ فوریه و باند های استیج یک می باشد و شکل ۱۶ تا ۲۱ فوریه و باند های مختلف استیج دو می باشد . شکل های ۲۲ تا ۲۴ نیز حالت تجمیعی از نمودار های باند های مختلف می باشد. در ادامه فقط شکل های فوریه و حالت تجمیعی آورده شده است.)

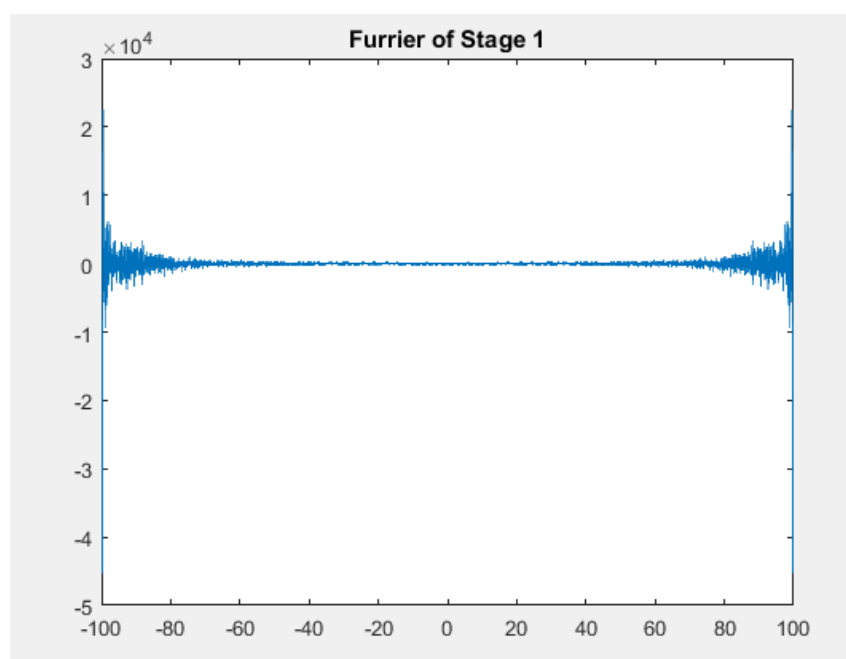


برای استیج صفر: شکل فوریه داده ها:

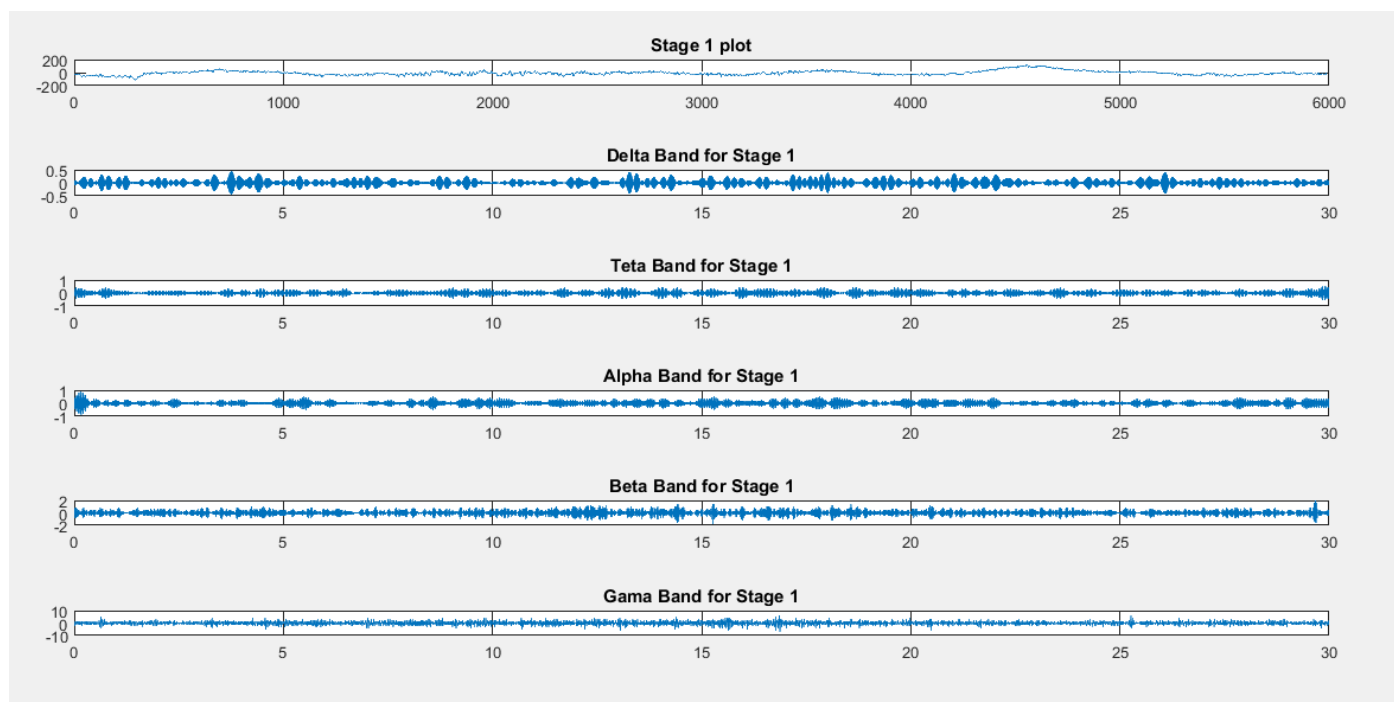
باند های مختلف:



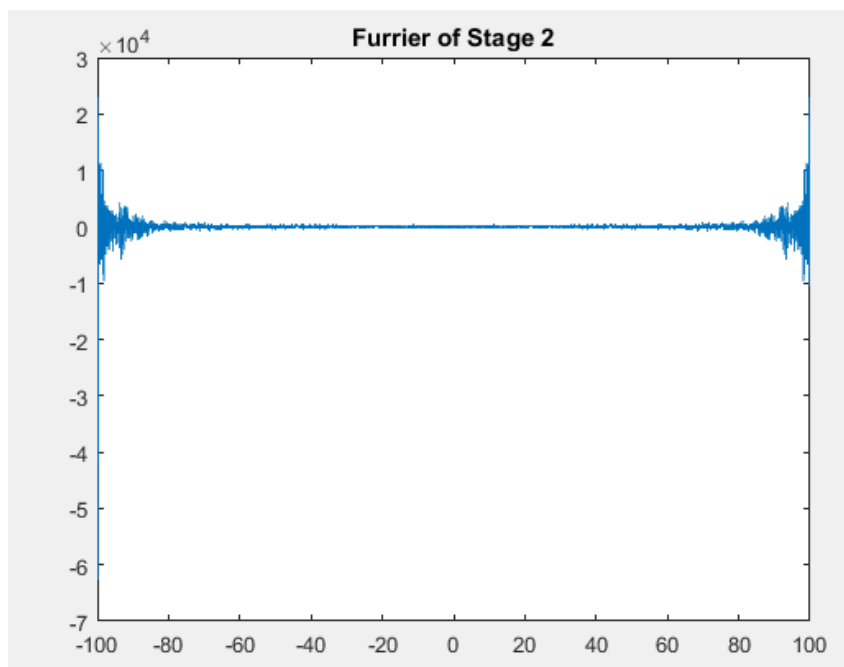
استیج یک : شکا فوریه داده ها:



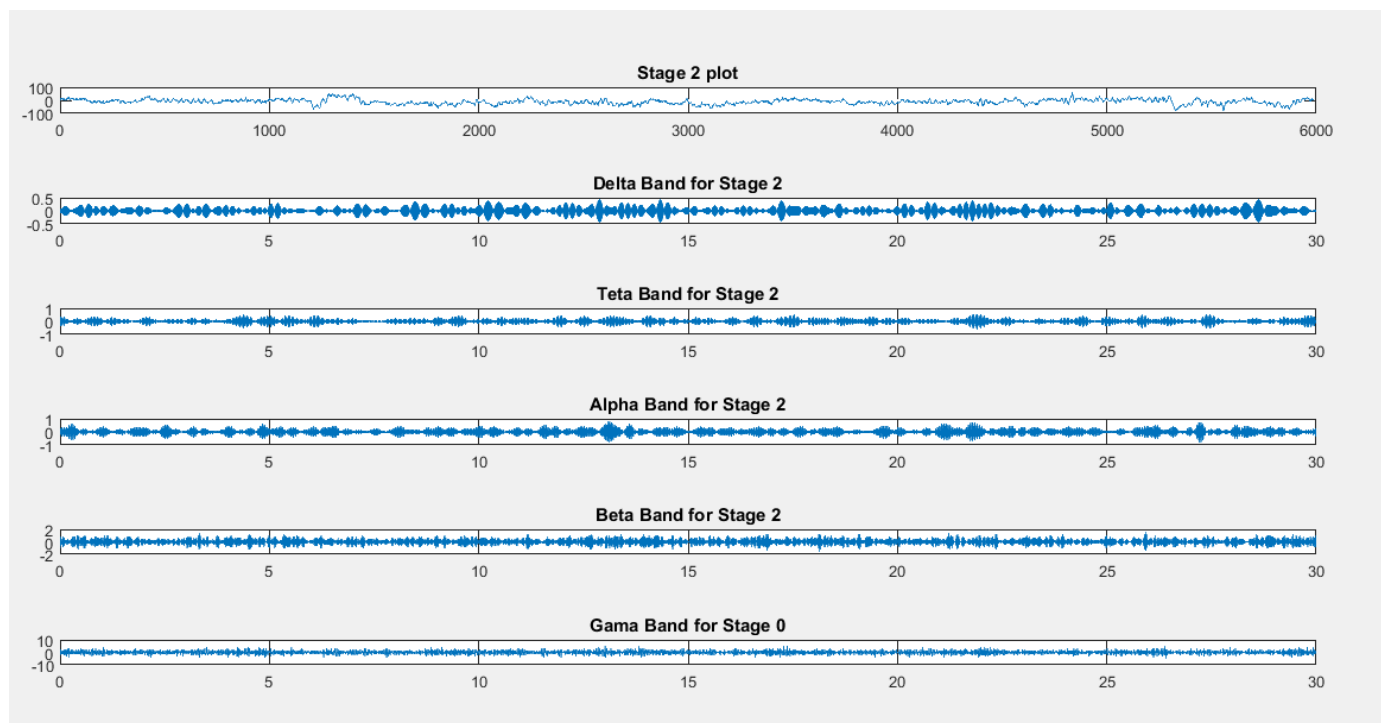
باند های مختلف:



استیج دو : شکل فوریه داده ها:

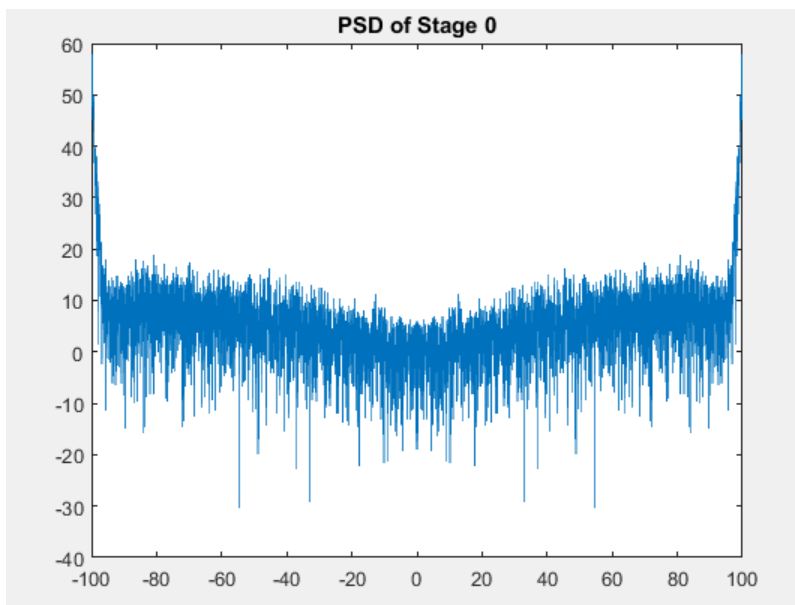


باند های مختلف:

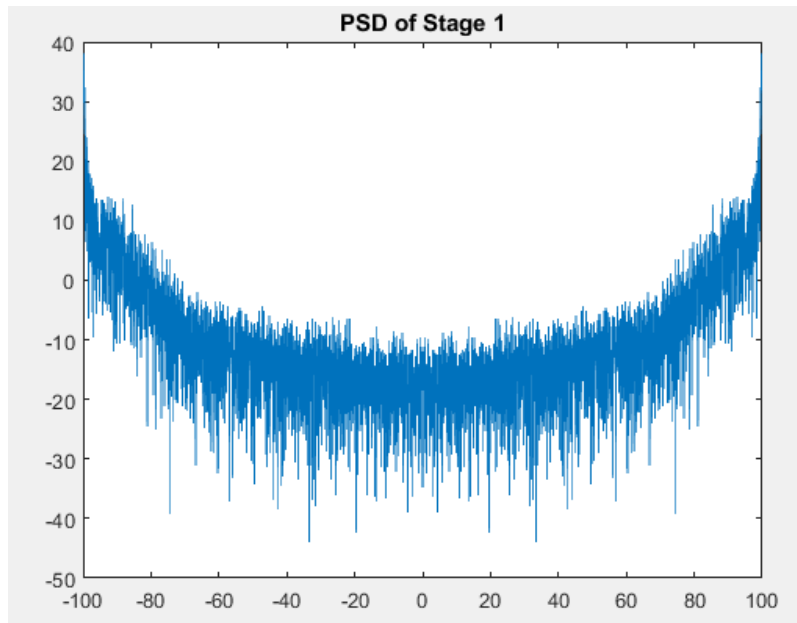


سوال ۴) در این سوال با توجه به فرمولی که برای PSD می دانیم که باید فوریه را به توان دو رسانده و بر ضریبی تقسیم کنیم داریم: (شکل های ۲۵ تا ۲۷ که هر سه در ادامه هستند)

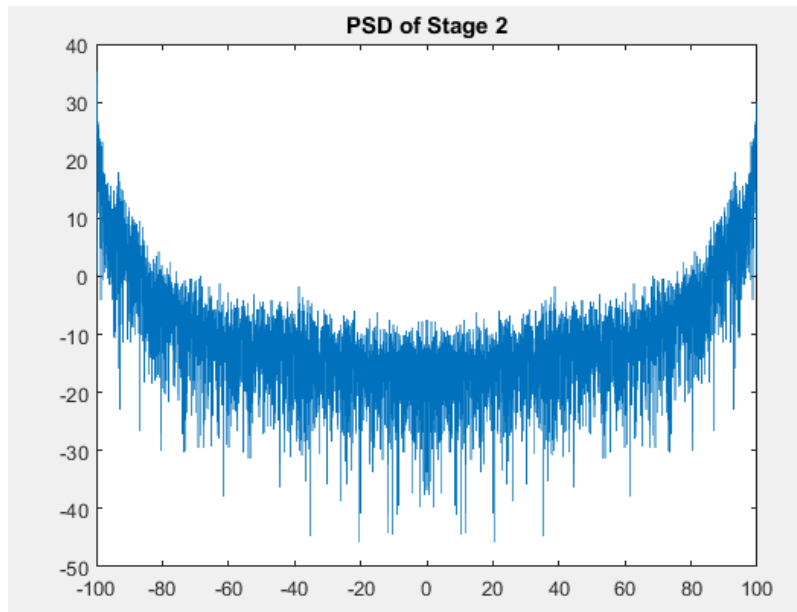
استیج صفر :



استیج یک:



استیج دو:



با توجه به نمودار های این بخش می توان از مقایسه این برداشت را کرد که در استیج صفر داده ها به طور کلی بین ۴۰ و ۱۰- می باشد و برای استیج یک بین ۳۰ و ۳۰- می باشد و برای استیج دو نیز بین ۳۰ و ۳۰- می باشد. شکل کلی در استیج دو و یک شباهت داشته و مانند حرف U می باشند ولی استیج صفر با آن ها تفاوت دارد.

سوال ۵) در این سوال نمودار تازه ای رسم نمی شود و با استفاده از نمودار های قسمت های قبل مقایسه می کنیم ولی برای مقایسه دیگر توان هر باند را مقایسه کرده و نتیجه آن مطابق شکل زیر است:

Power	Delta	Teta	Alpha	Beta	Gama
'Stage 0'	[5.5188e+03]	[7.9914e+03]	[1.5529e+04]	[6.0035e+04]	[5.1187e+05]
'Stage 1'	[99.4084]	[156.3010]	[175.6388]	[809.6817]	[1.0118e+04]
'Stage 2'	[128.6468]	[171.7581]	[256.7347]	[1.0365e+03]	[9.5969e+03]

ابتدا با توجه به نموداری که در سوال ۳ بود و باند های مختلف رسم شده بودن بررسی خود را انجام می دهیم.

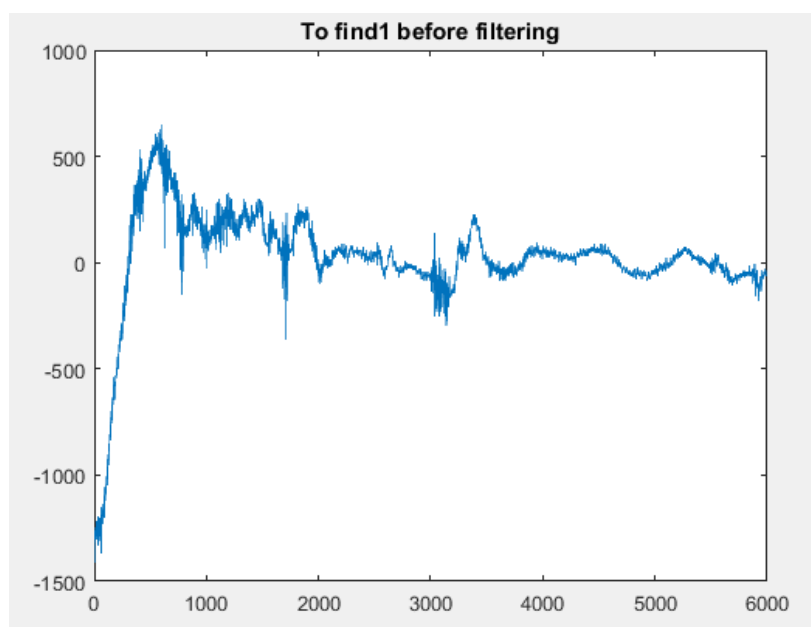
همانطور که دیده می شود در باند اول که مربوط به دلتا می باشد استیج یک و دو شباهت بیشتری به یکدیگر دارند اما استیج صفر در ابتدا مقدار کمی دارد که قابل توجه است اما در ادامه مقدار آن بسیار بزرگ تر از دو استیج دیگر می شود. در مورد باند دوم یا همان تتا استیج صفر که بیشتر از بقیه بوده و استیج دو در قسمت هایی بیشتر از استیج یک می باشد که قابل مشاهده است. در باند سوم یعنی الفا نیز استیج صفر در ابتدا مقدار بسیار کمی دارد اما دو استیج دیگر شباهت هایی دارند ولی در ادامه استیج صفر بیشتر از دو استیج دیگر خواهد بود. در باند بعدی یا همان بتا در استیج صفر در مقایسه با دیگر استیج ها بزرگ تر می باشد و استیج یک و دو شباهت با هم دارند. باند بعدی یعنی گاما در همه استیج ها قوی تر می باشد و اختلاف آن ها در حدی نیست که با چشم قابل مقایسه باشد اما استیج یک در وسط سیگنال بسیار بزرگ می شود. و به طور کلی و میانگین بیشترین اندازه برای گاما می باشد.

حال با توجه به محاسباتی که انجام دادیم در همه باند ها استیج صفر بیشترین توان را دارد و بعد از آن استیج دو و در اخر استیج یک می باشد.

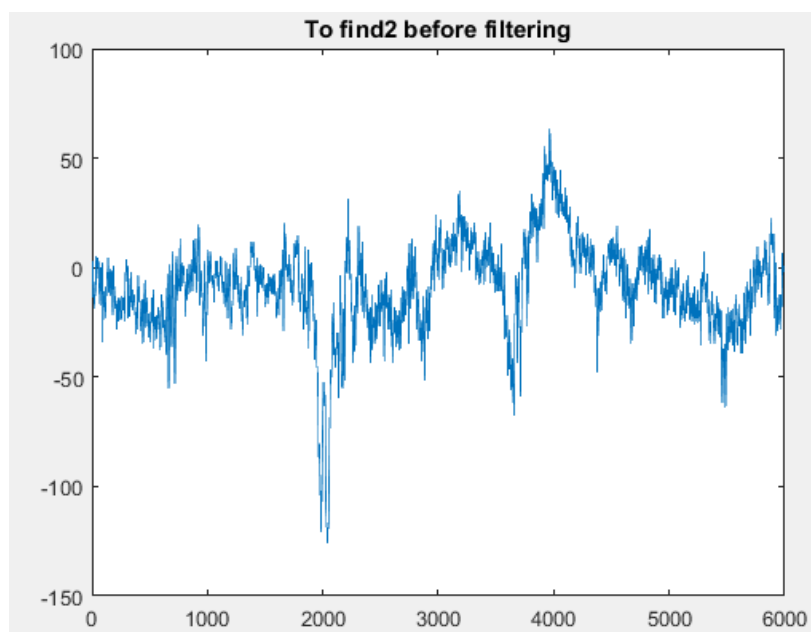
سوال ۶) در این بخش شکل های زیادی موجود می باشد اما تعداد محدودی از آن ها در گزارش کار می باشد که با توجه به توضیحات می توان به آن ها مراجعه کرد:

به طور کلی شکل های ۲۸ تا ۵۵ مربوط به سوال ۶ می باشد. در ابتدا شکل های ۵۴ و ۵۵ که نمودار های سیگنال ها می باشد که فیلتر نشده اند را مشاهده می کنیم.

برای مجهول اول:



مجهول دوم:

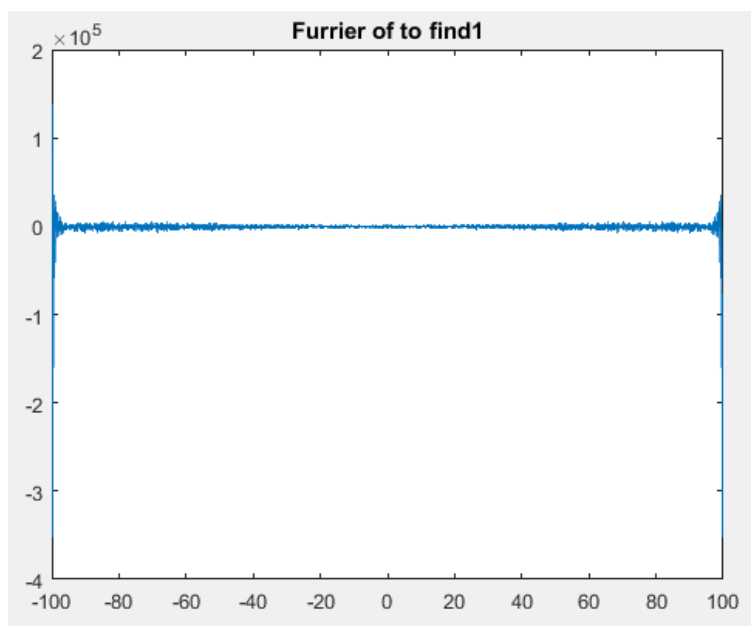


با توجه به همین دو نمودار می توان شباهتی میان مجهول اول و استیج صفر و مجهول دوم و استیج یک مشاهده کرد.

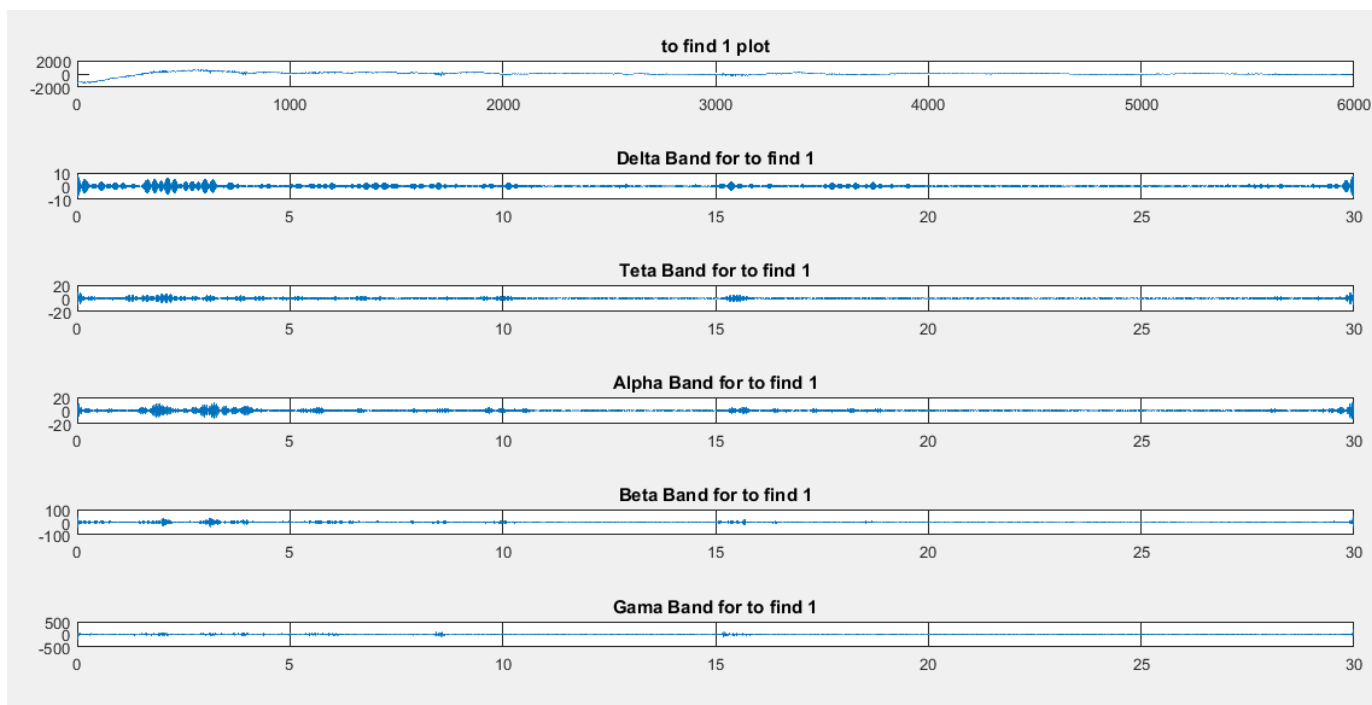
حال مانند سوال ۳ ابتدا فوریه دو سیگنال را رسم کرده و هر باند را جدا رسم کرده و حالت تجمیعی باند ها را نیز رسم می کنیم که در گزارش فقط حالت تجمیعی و فوریه را می اوریم.

(شکل ۲۸ فوریه سیگنال اول و شکل ۲۹ تا ۳۳ باند های مختلف آن و شکل ۳۴ فوریه سیگنال دوم و شکل های ۳۵ تا ۳۹ باند های مختلف می باشند. شکل ۴۰ حالت تجمیعی باند های سیگنال اول و شکل ۴۱ حالت تجمیعی سیگنال دوم می باشد)

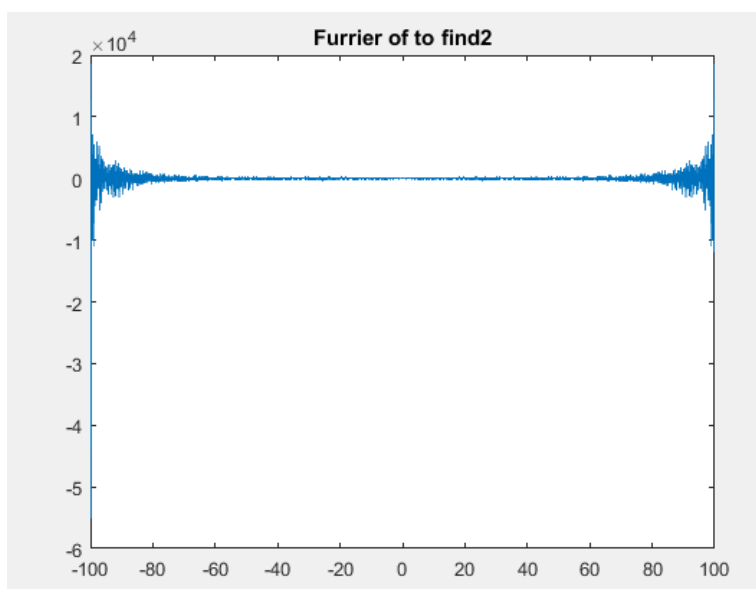
مجهول اول : شکل فوریه :



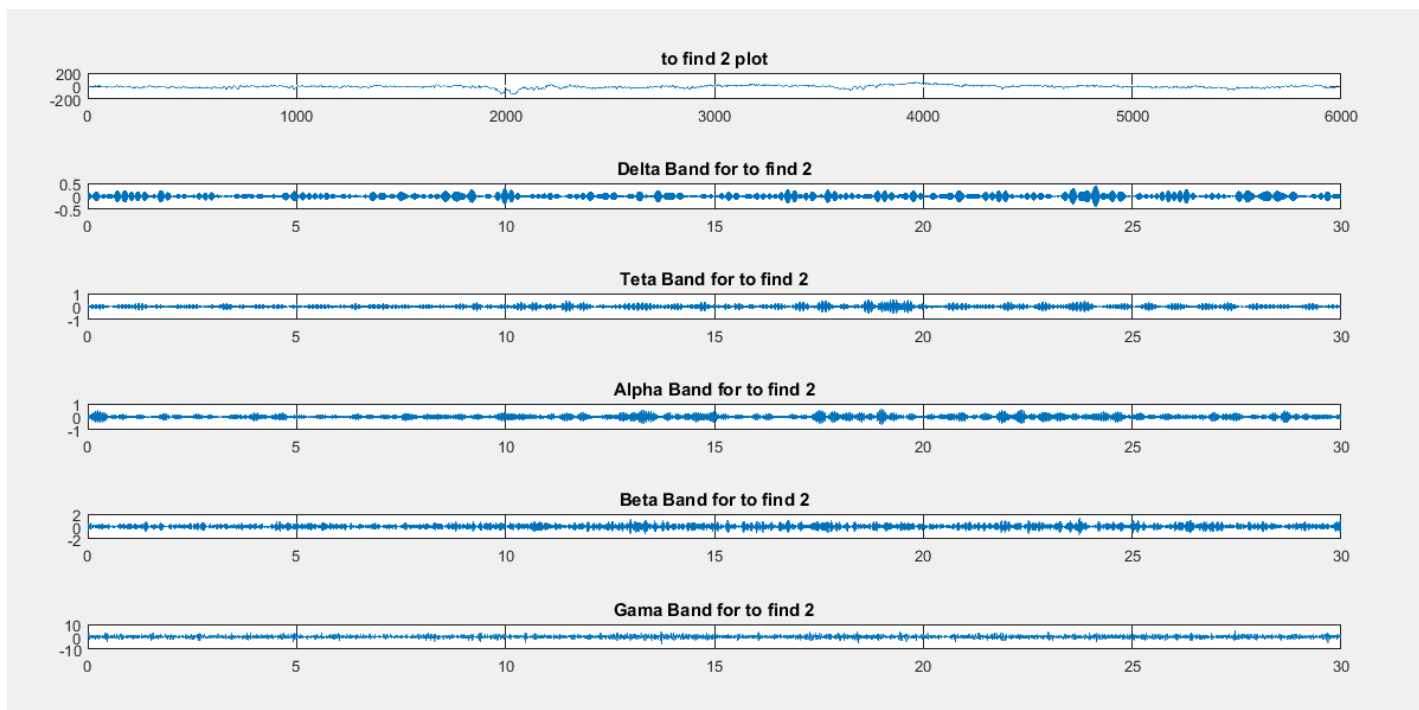
باند های مختلف:



مجهول دوم: شکل فوریه:



باند های مختلف:



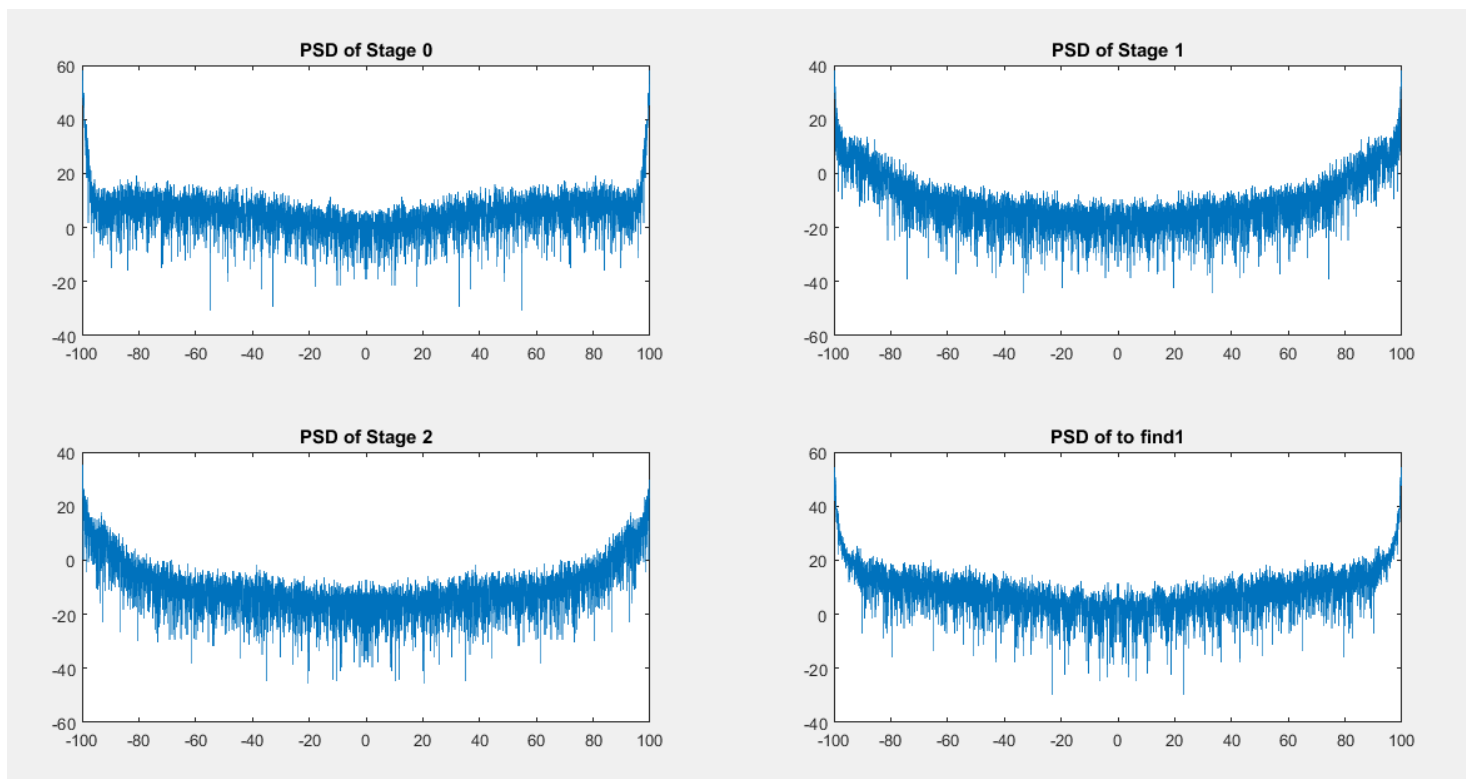
با توجه به باند های مختلف و اندازه و الگوی آن ها می توان به شباهت مجهول اول و استیج صفر و مجهول دوم و استیج یک پی برد.

در ادامه از دستور `pwelch` برای استیج های مختلف استفاده کرده و استیج های مختلف را تحلیل می کنیم که شامل شکل های ۴۲ تا ۴۴ می باشند اما چون در ادامه به صورت مقایسه ای از آن ها استفاده خواهیم کرد اینجا نمایش نمی دهیم.

در ادامه با توجه به سوال ۴ و فرمول PSD برای دو مجهول PSD را محاسبه کرده و با PSD استیج ها مقایسه می کنیم.

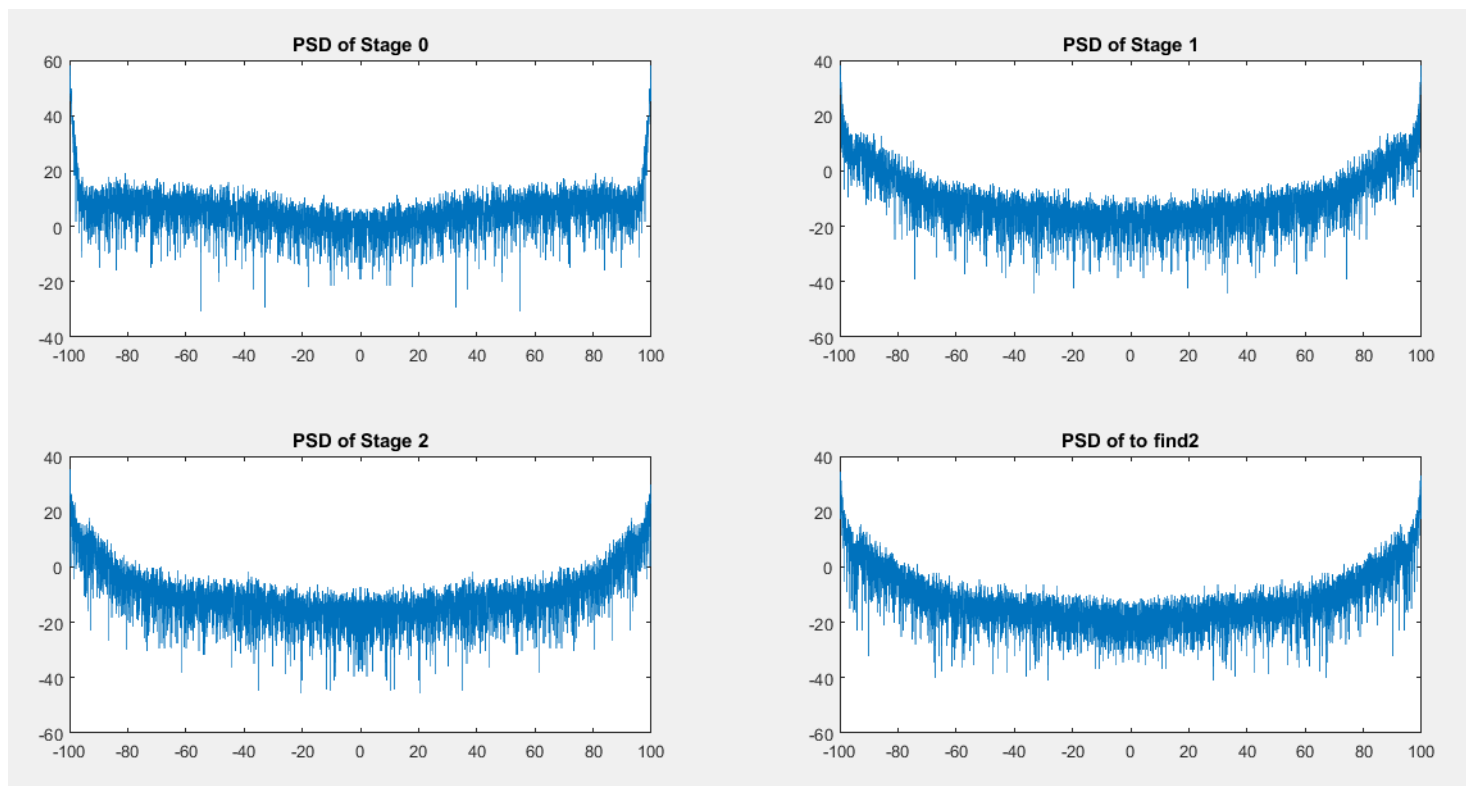
(شکل ۴۵ برای مقایسه مجهول اول و شکل ۴۶ مقایسه مجهول دوم)

مقایسه مجهول اول:



همانطور که در سوال ۴ گفته شد در استیج یک و دو شکل نمودار ها شباهت بیشتری به U دارد اما استیج صفر متفاوت اس که همانطور که در شکل مشاهده می کنید بیشترین شباهت مجهول به شکل استیج صفر می باشد و با توجه به دامنه این موضوع را متوجه می شویم که از نظر دامنه و میانگینی نیز شباهت زیادی به یکدیگر دارند.

مقایسه مجهول دوم:

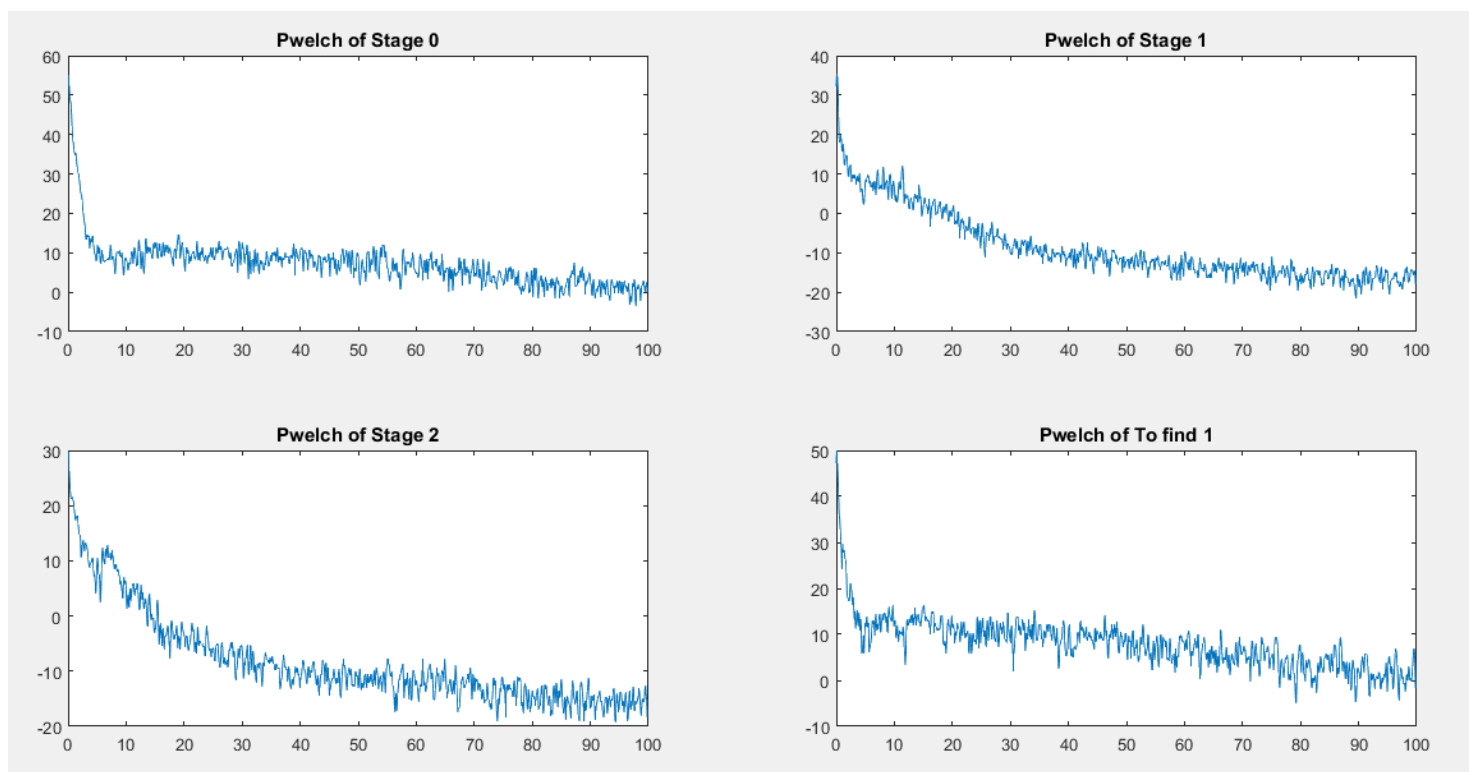


حال با توجه به توضیحات قبل میدانیم که در این حالت مجهول شبیه استیج صفر نمی باشد و از روی شکل کلی آن نمی توان بین استیج یک و دو تصمیم گرفت ولی اگر به دامنه توجه کنیم متوجه می شویم که به استیج یک شباهت بیشتری دارد چون استیج دو مقداری میانگین و مینیمم کمتری دارد و تفاوت آن به چشم می آید.

در قسمت بعد با استفاده از pwelch برای دو مجهول دیگر و با توجه به استیج ها نموداری رسم کرده تا داده ها را مقایسه کنیم.

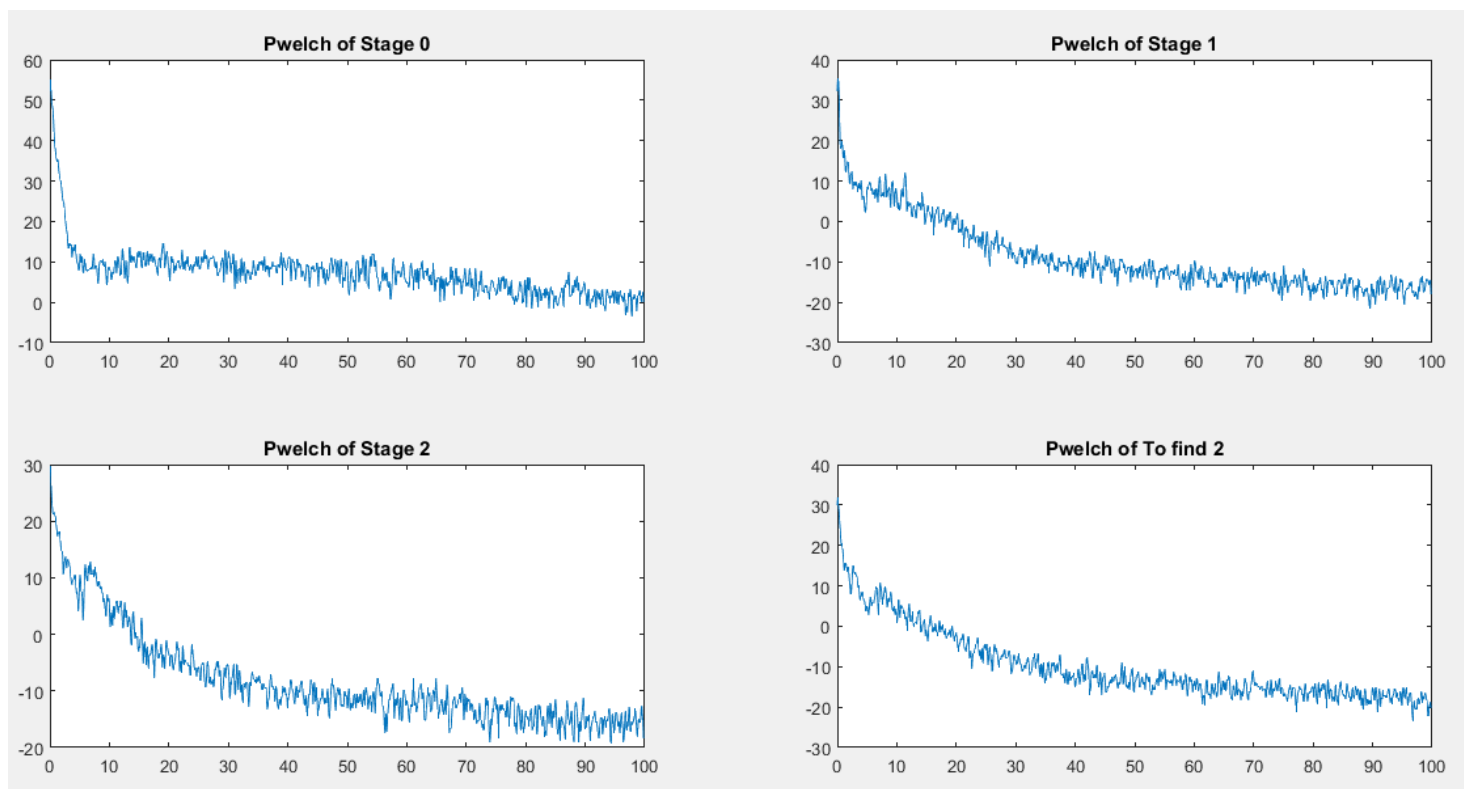
(شکل ۴۷ برای مقایسه مجهول اول بوده و شکل ۴۸ برای مقایسه مجهول دوم می باشد)

مقایسه مجهول اول:



باز هم بیشترین شباهت مجهول اول با استیج صفر می باشد زیرا هر دو از ۵۰ شروع شده و به حدود صفر می رسند ولی استیج یک از ۳۰ تا ۲۰- می باشد و استیج دو از ۲۵ تا ۲۰- می باشد و شکل کلی نمودار مجهول اول شبیه استیج صفر می باشد که در این مقایسه هم باز به همین نتیجه رسیدیم.

مقایسه مجهول دوم:



در مورد مجهول دوم از نظر بازه ای بیشترین شباهت را با استیج اول دارد زیرا از ۳۵ تا ۲۰- می باشد که همان بازه استیج اول می باشد و شکل کلی آن بیشتر شبیه به استیج یک می باشد زیرا انگار استیج دو نویزی می باشد.

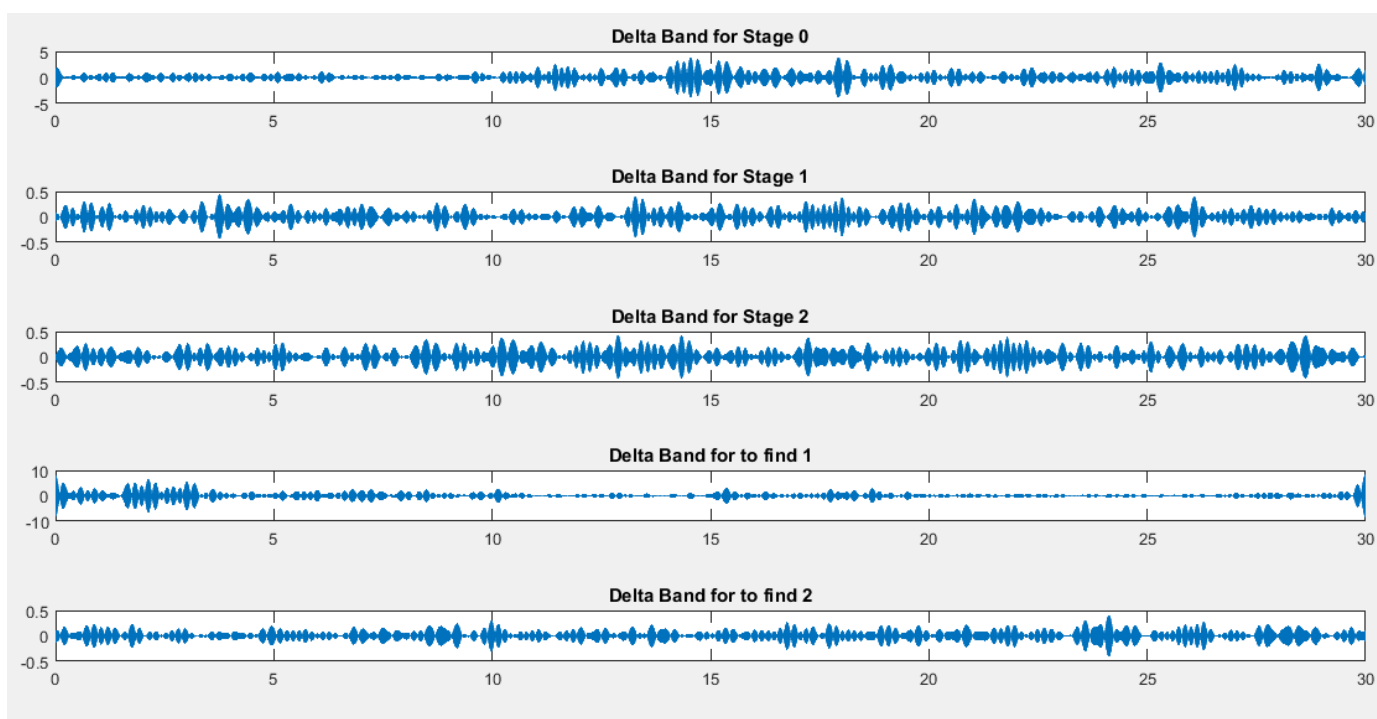
حال مانند سوال ۵ توان هر باند را محاسبه کرده :

Power	Delta	Teta	Alpha	Beta	Gama
'To find1'	[9.6976e+03]	[1.1509e+04]	[1.8633e+04]	[9.0079e+04]	[8.7304e+05]
'To find2'	[62.2957]	[113.3849]	[143.9103]	[643.3724]	[7.4119e+03]
'Stage 0'	[5.5188e+03]	[7.9914e+03]	[1.5529e+04]	[6.0035e+04]	[5.1187e+05]
'Stage 1'	[99.4084]	[156.3010]	[175.6388]	[809.6817]	[1.0118e+04]
'Stage 2'	[128.6468]	[171.7581]	[256.7347]	[1.0365e+03]	[9.5969e+03]

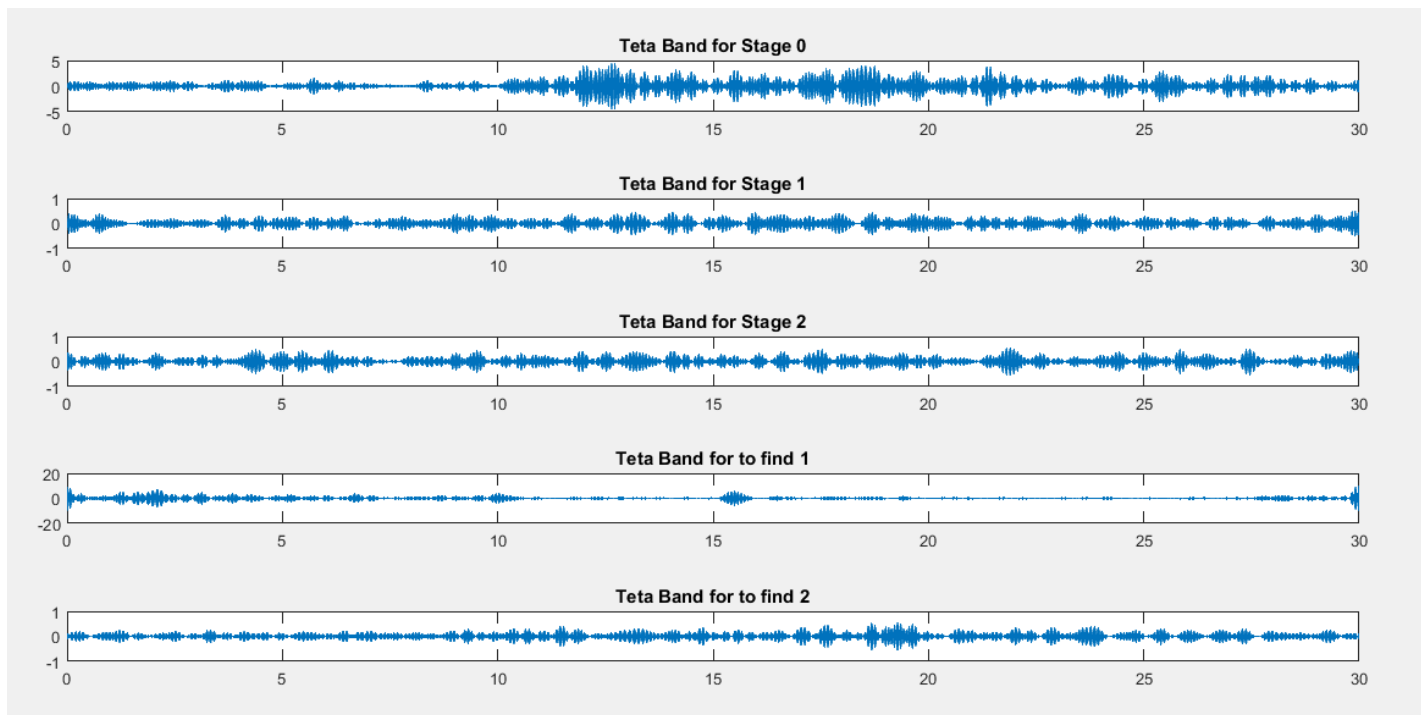
با توجه به داده های به دست آمده در این قسمت نیز بیشترین شباهت بین مجهول اول و استیج صفر می باشد و شباهت مجهول دوم و استیج یک نیز زیاد می باشد.

حال از شکل ۴۹ تا ۵۳ مربوط به مقایسه باند های مختلف مجهول ها و استیج ها می باشد که به شرح زیر است.

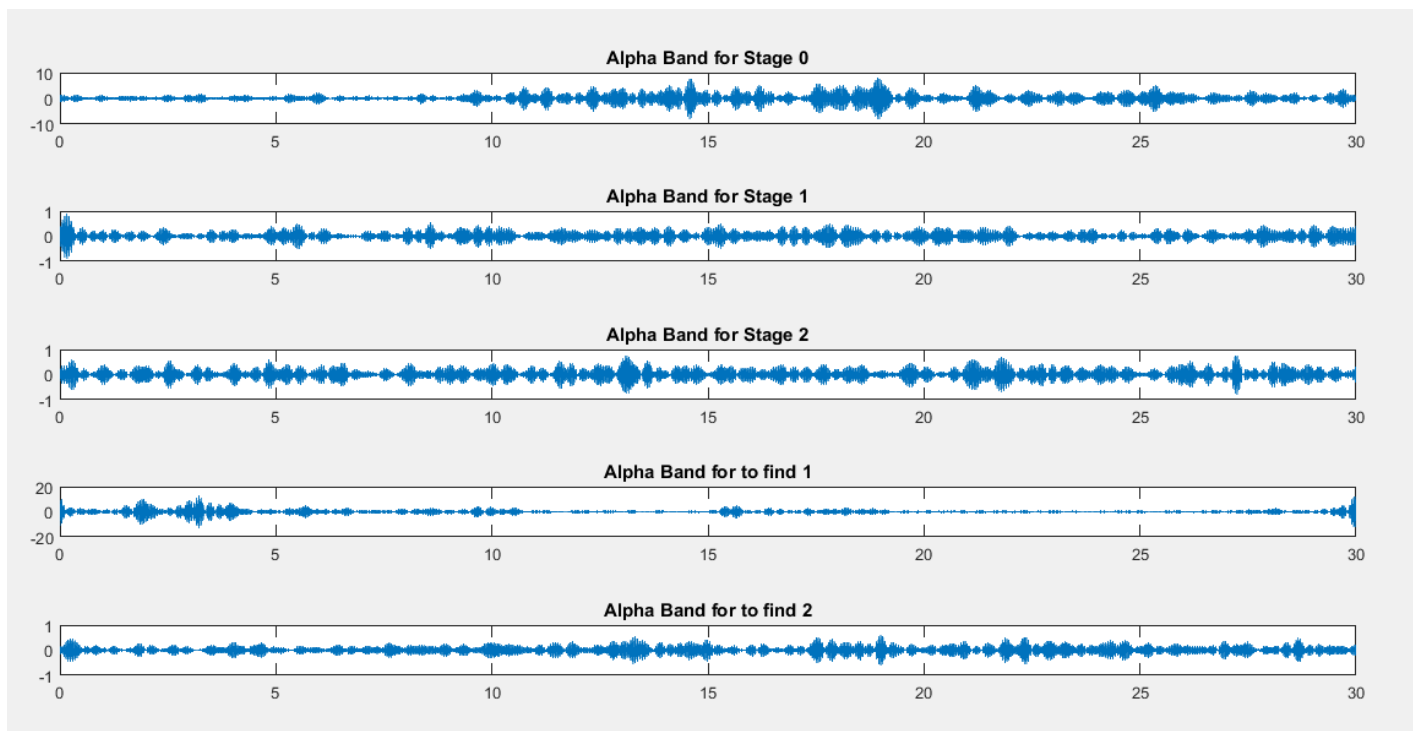
مقایسه باند دلتا:



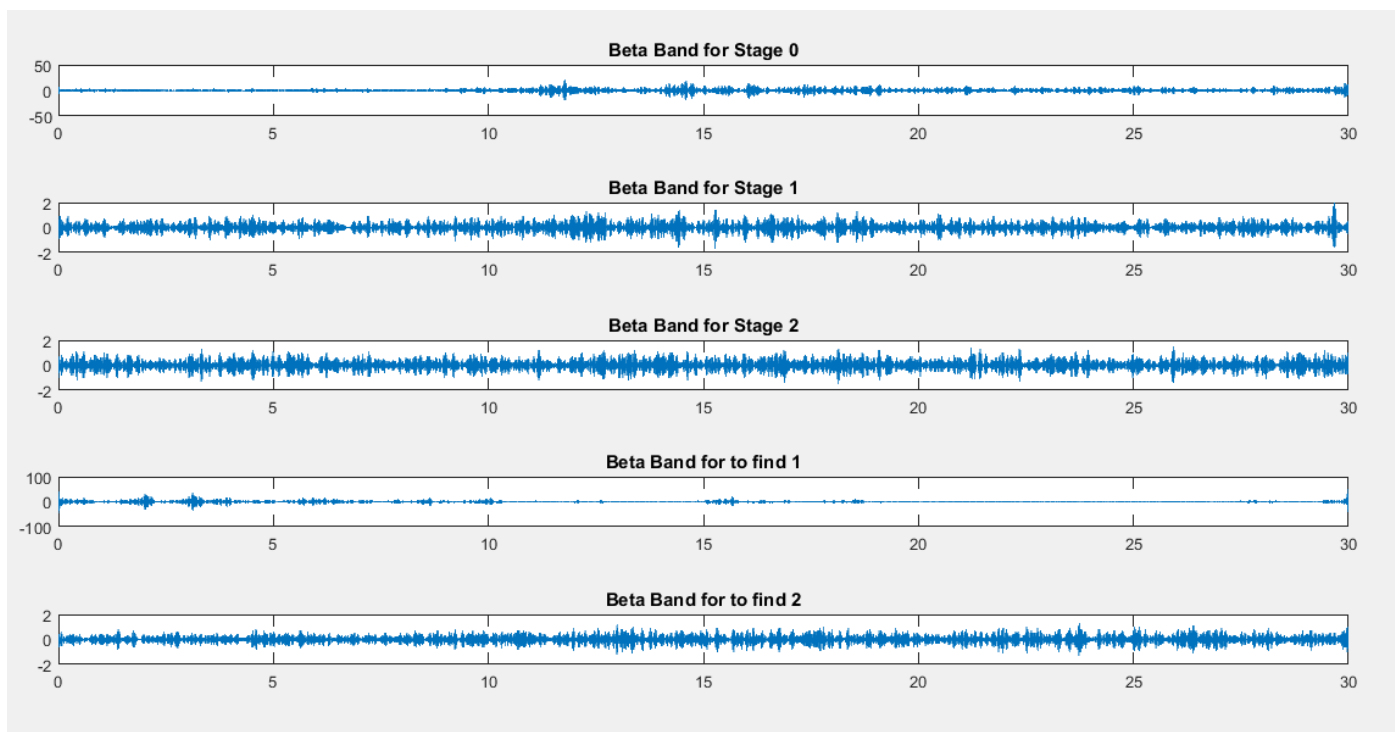
مقایسه باند تتا:



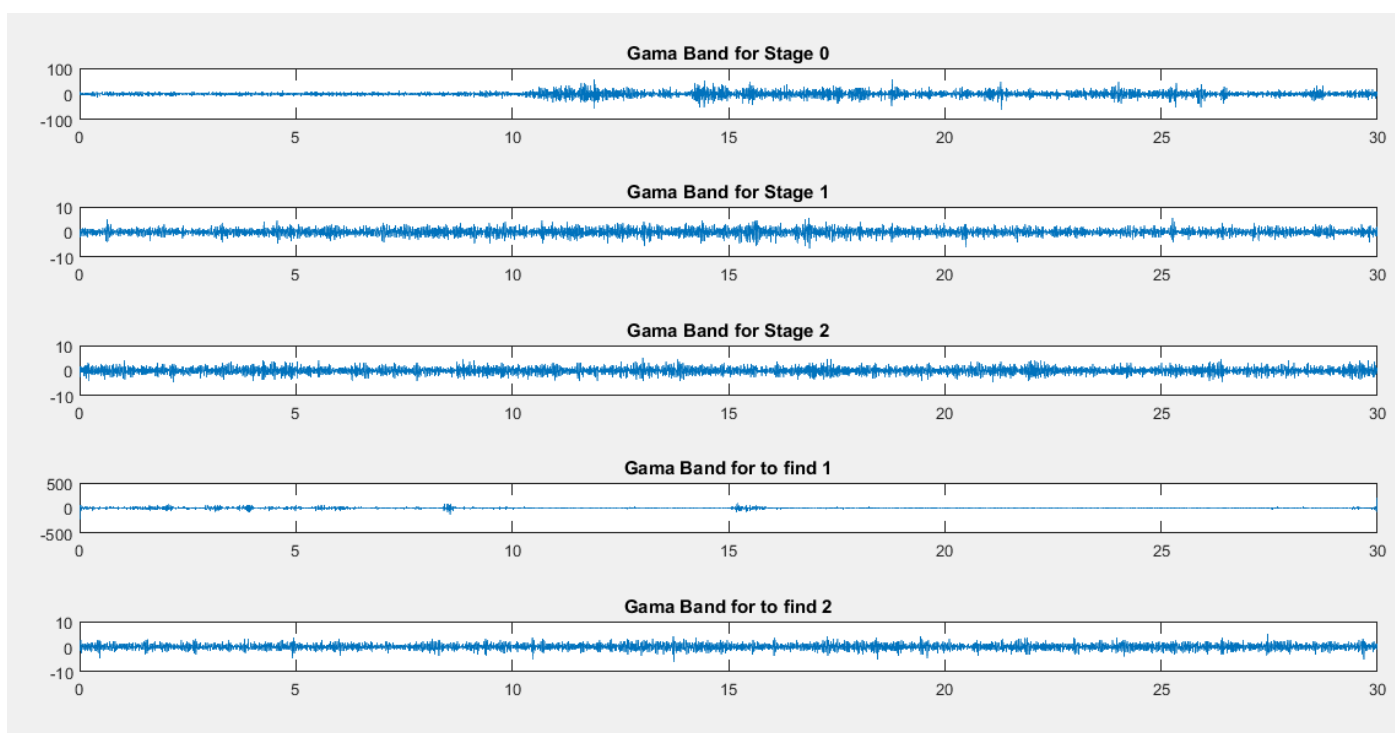
مقایسه باند الفا:



مقایسه باند بتا:



مقایسه باند گاما:



با توجه به مقایسه باند های مختلف نتایج مشابه قسمت های قبل به دست می آید اما کمی مقایسه در این حالت با چشم سخت تر است. برای مثال در باند دلتا استیج صفر و مجهول اول در حدود ۵ تا ۱۰ می باشند در صورتی که بقیه داده ها در حدود ۰ تا ۰,۵ می باشند. برای تتا نیز استیج صفر و مجهول اول در حدود ۵ می باشند ولی بقیه آن ها در حدود یک می باشند. برای الفا مانند تتا می باشد ولی برای بتا استیج صفر و کجهول اول حدود ۲۰ می باشد ولی بقیه داده ها ۲ و برای گاما نیز استیج صفر و کجهول اول در حدود ۵۰ می باشند در صورتی که بقیه داده ها در حدود ۱۰ می باشند. برای مجهول دوم به دلیل نزدیکی دامنه استیج یک و دو از شکل موج استفاده کرده که کار سخت تری از مجهول اول می باشد.

نتیجه: با توجه به ابزار ها و روش های مختلف برای مقایسه و سنجش سیگنال ها می توانیم با اطمینان کامل بگوییم که مجهول اول بر روی استیج صفر مپ می شود و مجهول دوم نیز با اطمینان کامل (اما کمتر) به استیج یک مپ می شود.

به دلیل شباهت استیج یک و دو برای مقایسه مجهول اول کمی کار سخت می شود اما چون در سنجش های مختلف شباهت بیشتری به استیج یک داشت این نتیجه گیری را کردیم.