Universidade Federal de Uberlândia

Lista do Módulo 10

Levy Gabriel da Silva Galvão

Uberlândia
2021

Módulo 10

Exercício 1

> O arquivo “ColetaEEG-M10.rhd” - disponível na plataforma Moodle possui dados referentes a 16 canais de sinais EEG e um canal auxiliar (pulso) que foi utilizado para indicar a marcação de eventos durante a coleta dos dados. No total foram gerados 5 eventos (E1, E2, E3, E4 e E5). Os eventos registrados estão relacionados com os seguintes estados mentais do indivíduo:

- Mente focada, em uma determinada imagem internalizada, por exemplo o Sol, com os olhos abertos.
- Mente focada, em uma determinada imagem internalizada, por exemplo o Sol, com os olhos fechados.
- Realização mental de operações matemáticas:
  - $X = 33 + 55 + 12$
  - $X = 300 - 33 + 95$
  - $X = 334$

a. Converta os arquivos dos sinais coletados em formato Excel. Para isto utilize a toolbox disponível em https://github.com/aoandrade/PDPack. As seguintes bibliotecas e programas exemplos devem ser empregadas:

- read_Intan_RHD2000_file.R
- ExampleOpenItantFile.R
- ExampleConvertIntanToExcel.R

```
#source("read_Intan_RHD2000_file.R")
#filename <- 'Dados/ColetaEEG-M10.rhd' # File selection
#df <- OpenIntanFile(filename) # Open an Intan file
#write.csv(df,"Dados/EEG.csv", row.names = FALSE)

df <- read.csv('Dados/EEG.csv', header=TRUE, sep=',')
```

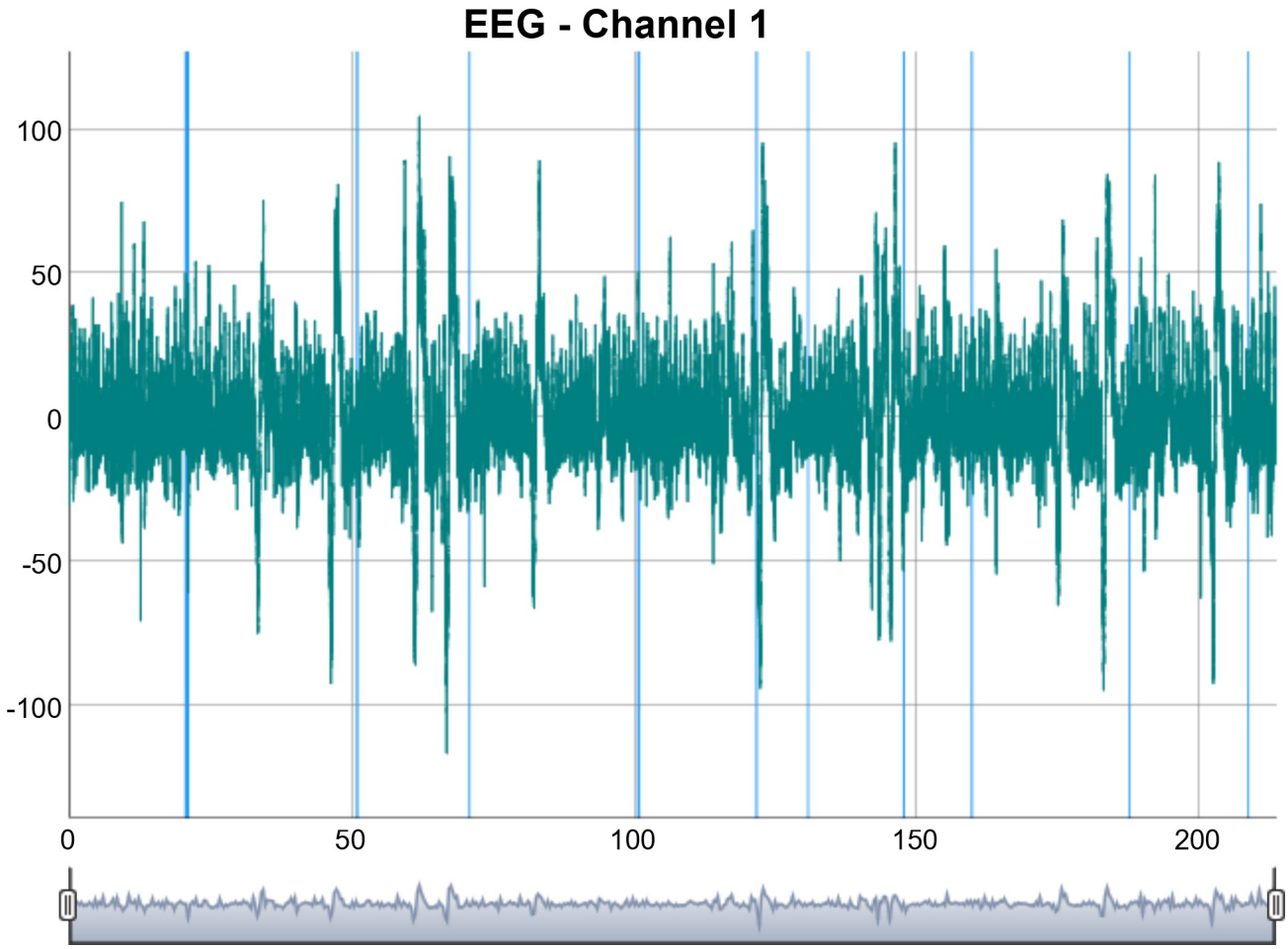
b. Plote cada um dos sinais coletados utilizando a função dygraph. Em cada um dos gráficos sombreie as regiões que indiquem o início e o fim das atividades (eventos) realizadas durante o protocolo experimental.

- A função dyShading deve ser utilizada para realizar o sombreamento.
- Todos os gráficos devem conter legendas dos eixos e título que identifique o sinal.
- O intervalo em que uma atividade (evento) ocorre é delimitado por dois pulsos consecutivos. – Considere o início e o final da atividade os instantes em que o pulso sai do nível alto e retorna ao nível baixo.
- No conjunto de dados em análise temos 10 pulsos, ou seja, cada par de pulso delimita o ínicio e o final de um evento.

Será trabalhado apenas com 1 canal devido problemas de alocação de memória.

```
library(dygraphs)
dt <- df$time[2]-df$time[1]
```

```
idx_ini <- which(diff(df$pulse)==1)+1
idx_end <- which(diff(df$pulse)==-1)+1

dg <- data.frame(time=df$time, ch1=df$chan.1) %>%
  dygraph(main='EEG - Channel 1') %>%
  dyRangeSelector()
for(i in (1:length(idx_ini))){dg <- dg %>% dyShading(from=idx_ini[i]*dt, to=idx_end
[i]*dt, color="#279CFD", axis="x")}
dg
```



Exercício 2

> Faça a filtragem de todos os sinais EEG, por meio de um filtro Butterworth de ordem n=2, para a estimativa das ondas Delta, Teta, Alfa, Beta e Gama. Os passos abaixo devem ser considerados:

a. Gere o gráfico do espectro de amplitude para cada um dos filtros criados deve ser plotado.

```
library(signal)
```

```
##
## Attaching package: 'signal'
```

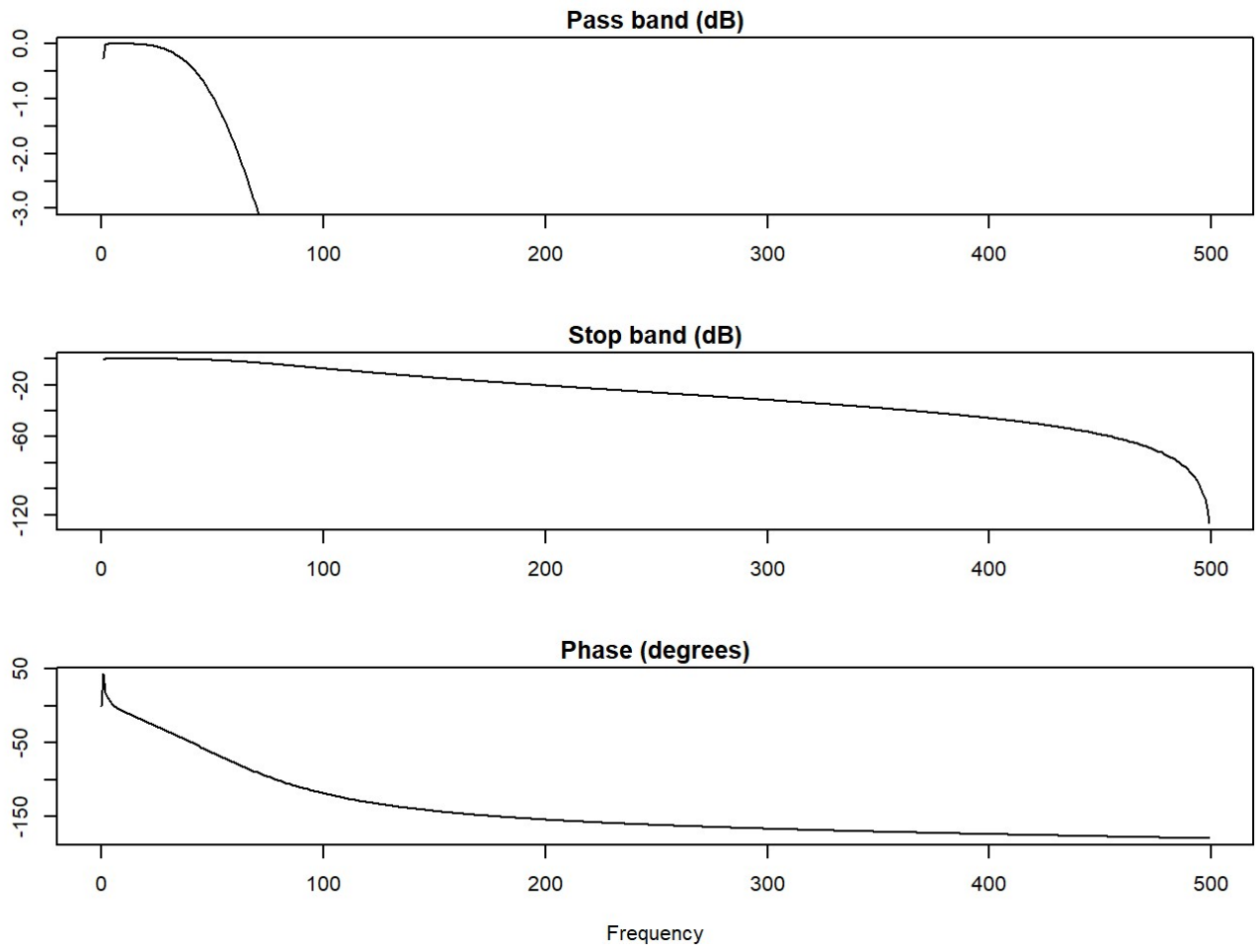
```
## The following objects are masked from 'package:stats':
##
##     filter, poly
```

```
library(REdaS)
```

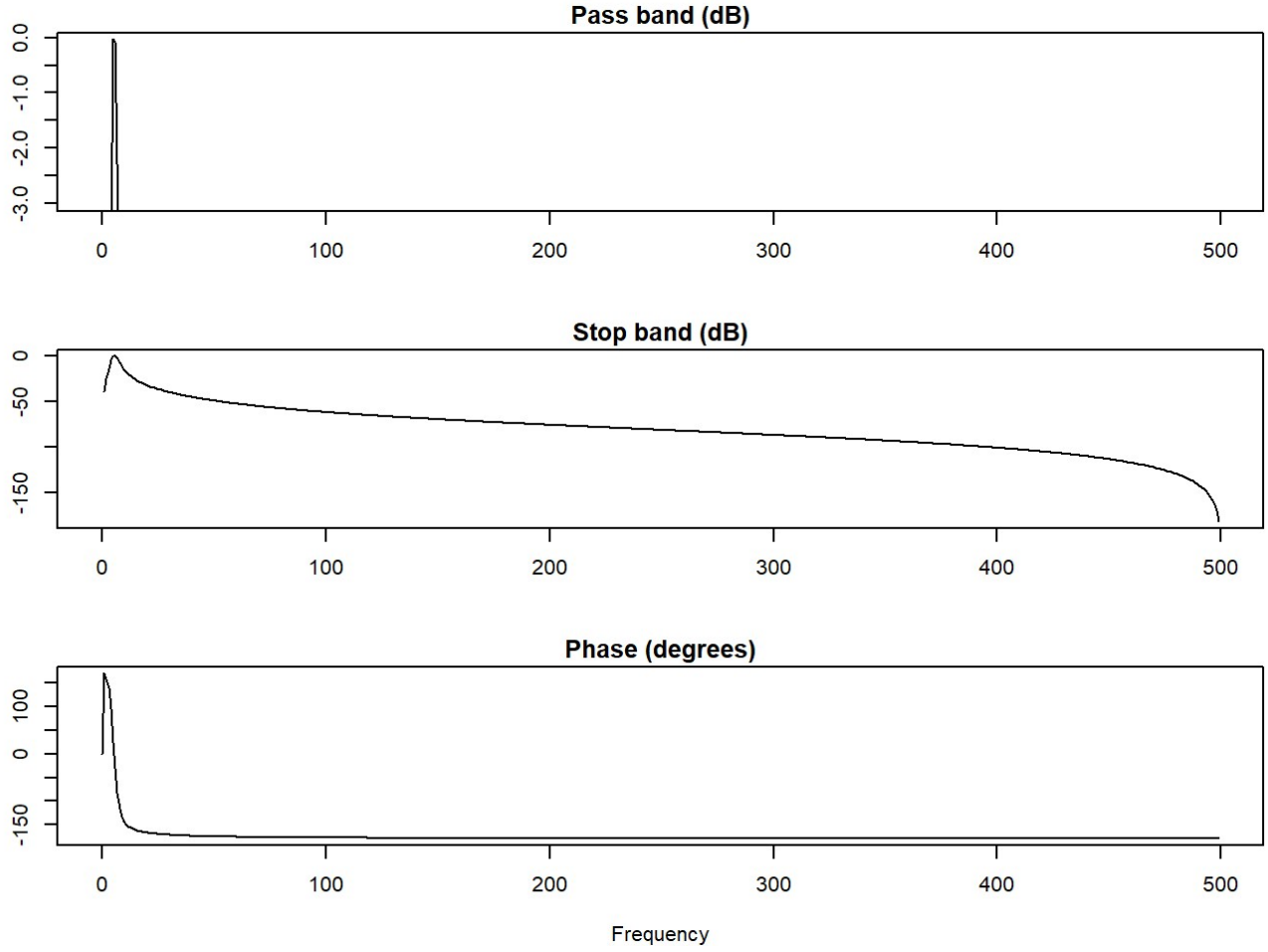
```
## Warning: package 'REdaS' was built under R version 4.1.1
```

```
## Carregando pacotes exigidos: grid
```

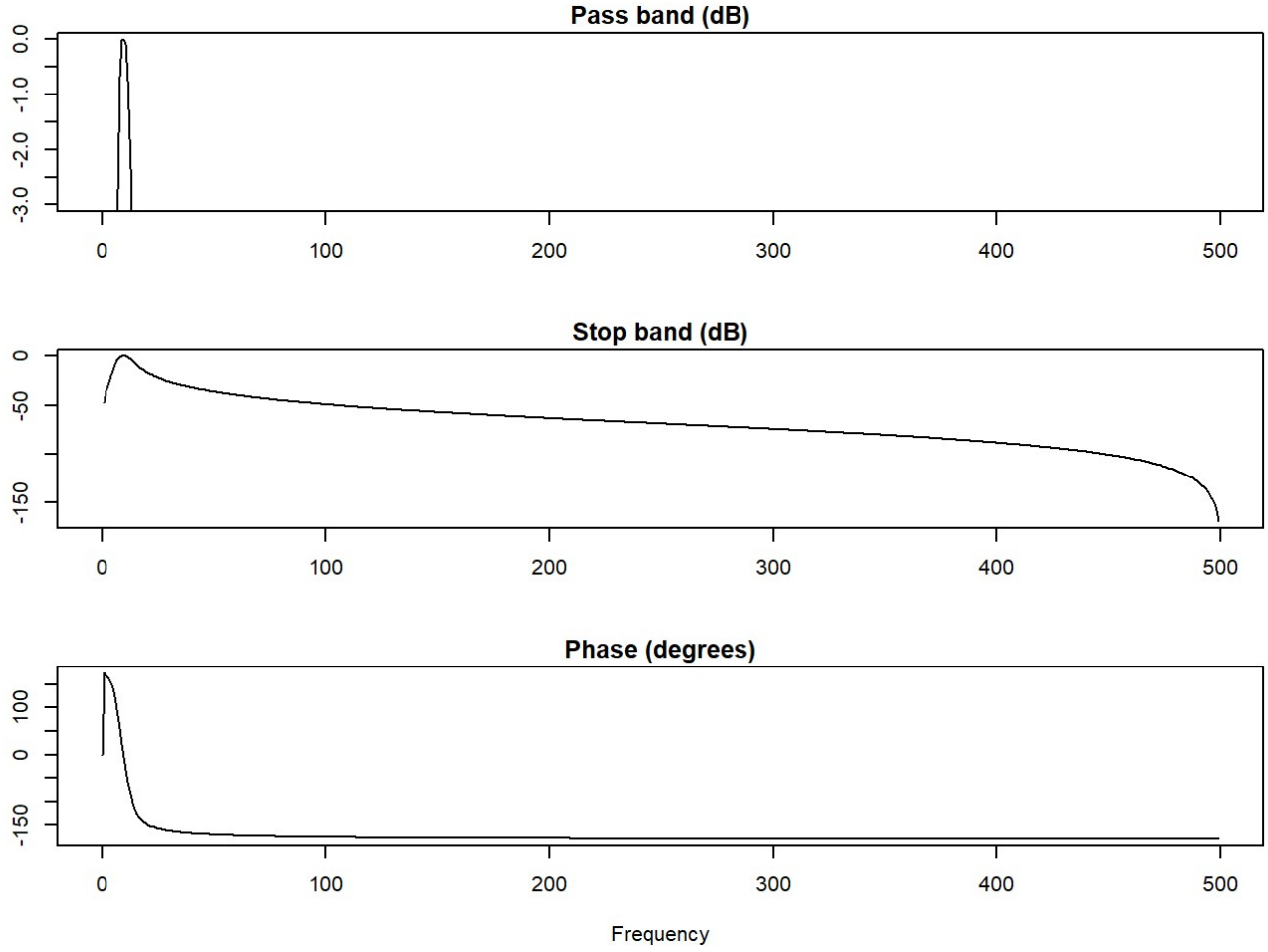
```
fs <- 1/dt # Hz
n <- 2 # order

# band-pass Butterworth filters to estimate various waves

bt_delta <- butter(n, c(0.5,70)/(fs/2), type="pass") # Delta
freqz(filt=bt_delta, Fs=fs)
```



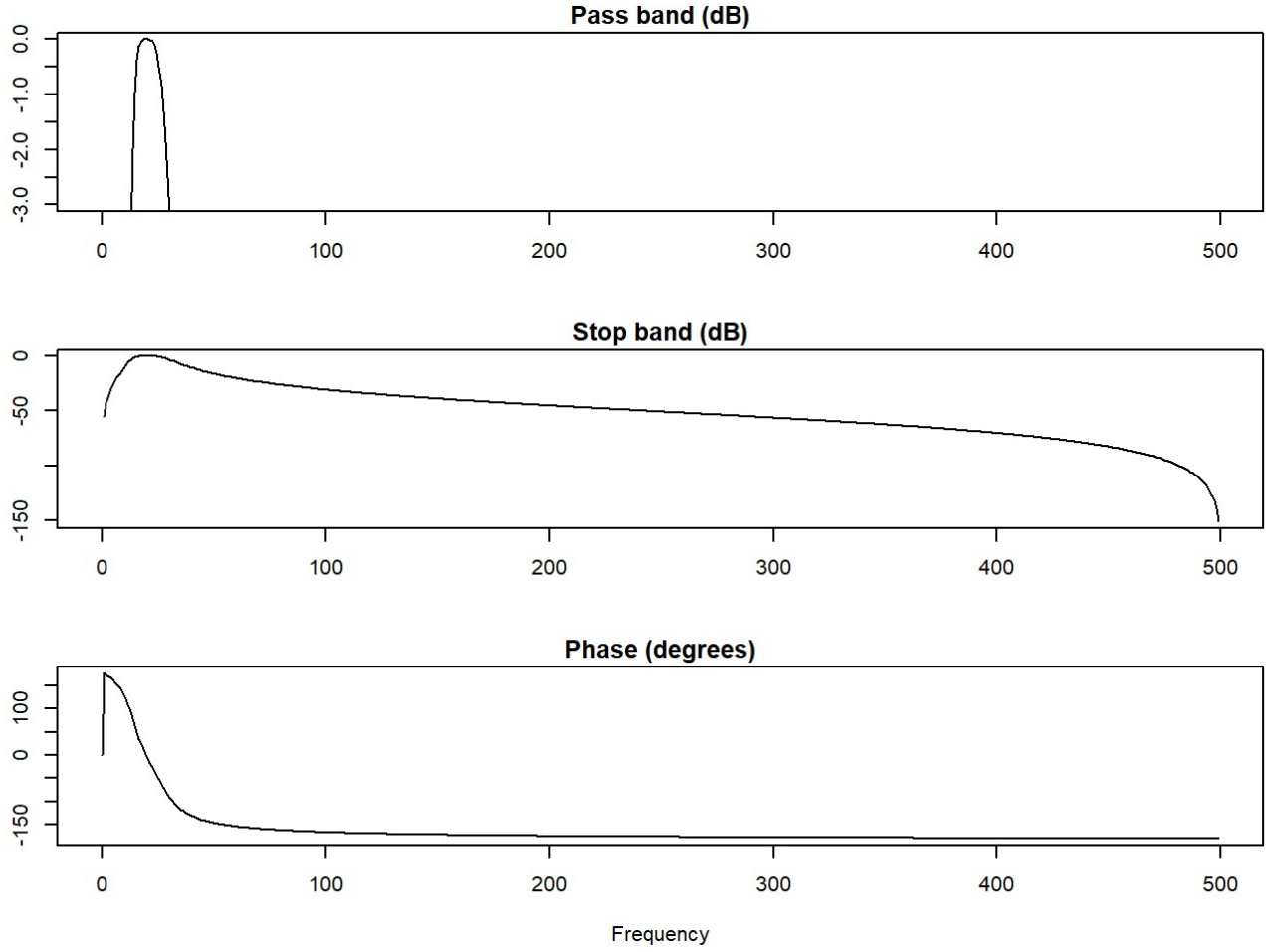

```
bt_teta <- butter(n, c(4,7)/(fs/2), type="pass") # Teta
freqz(filt=bt_teta, Fs=fs)
```



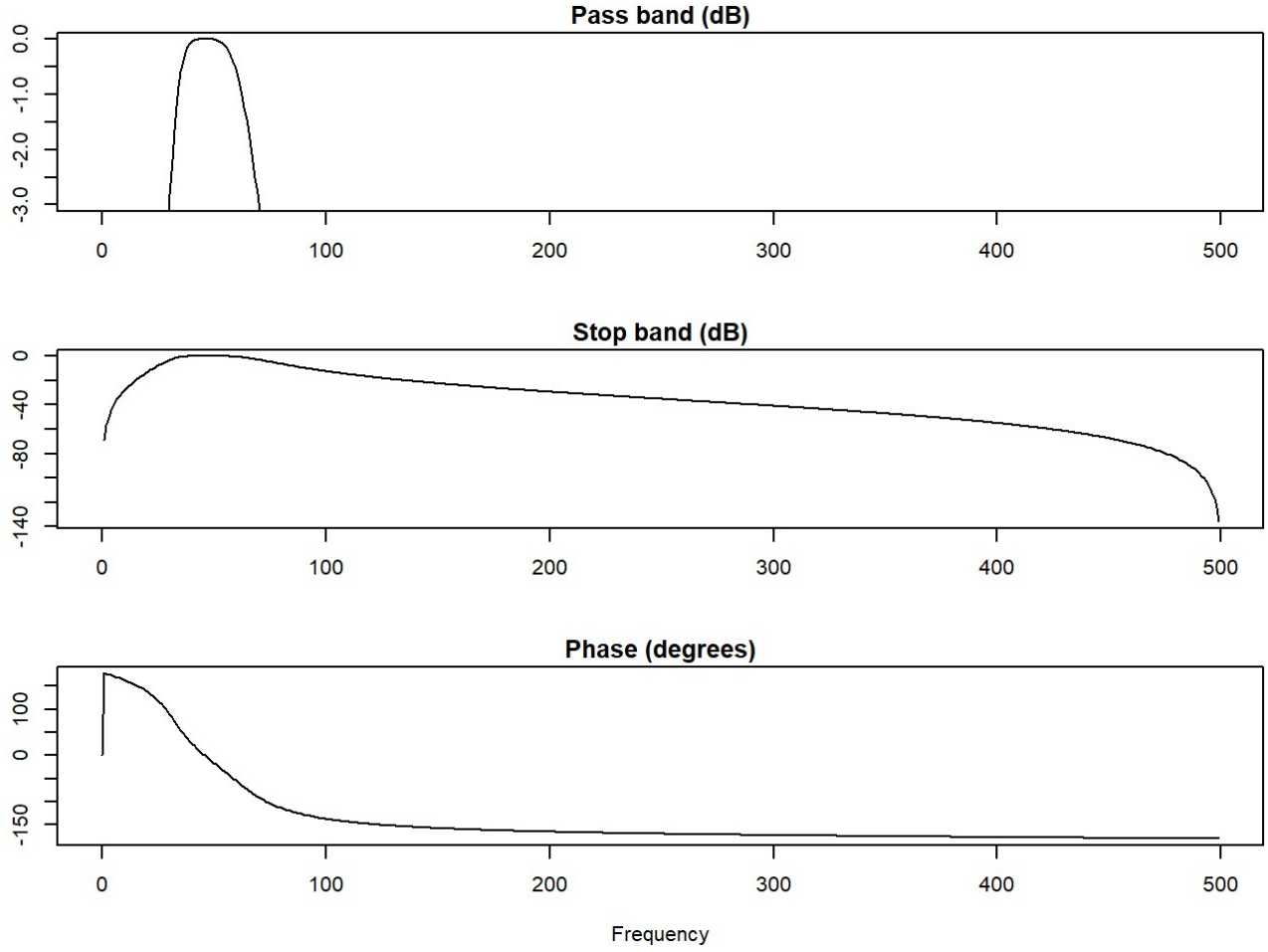

```
bt_alfa <- butter(n, c(7,13)/(fs/2), type="pass") # Alfa
freqz(filt=bt_alfa, Fs=fs)
```




```
bt_beta <- butter(n, c(13,30)/(fs/2), type="pass") # Beta
freqz(filt=bt_beta, Fs=fs)
```




```
bt_gama <- butter(n, c(30,70)/(fs/2), type="pass") # Gama
freqz(filt=bt_gama, Fs=fs)
```

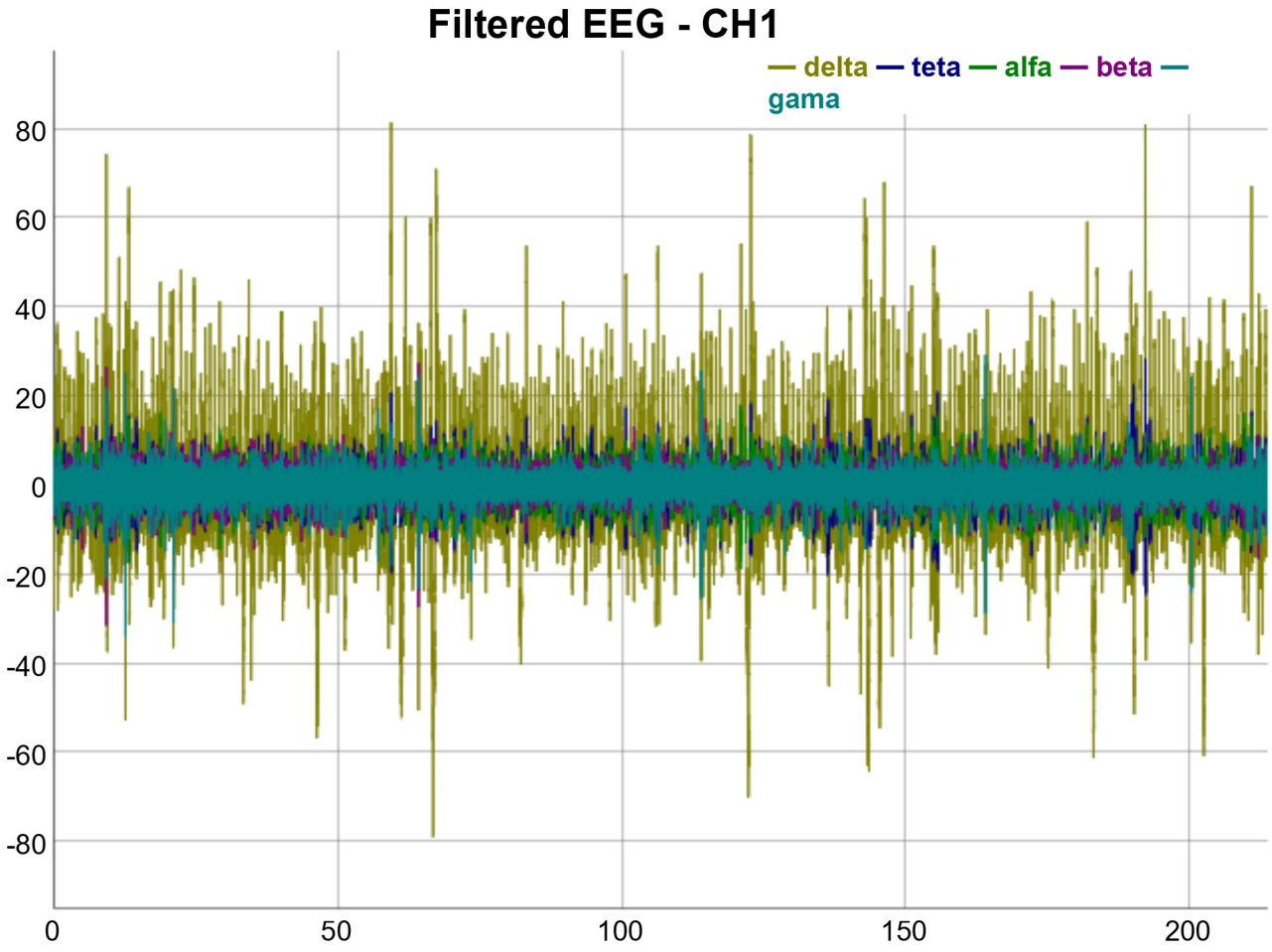


b. Faça a filtragem dos sinais por meio do uso da função filtfilt.

```
apply_filt <- function(signal)
{
  ch <- data.frame(time=df$time,
    delta = filtfilt(filt=bt_delta, signal),
    teta <- filtfilt(filt=bt_teta, signal),
    alfa <- filtfilt(filt=bt_alfa, signal),
    beta <- filtfilt(filt=bt_beta, signal),
    gama <- filtfilt(filt=bt_gama, signal)    )
  colnames(ch) <- c('time','delta','teta','alfa','beta','gama')
  return(ch)
}
ch1 <- apply_filt(df$chan.1)
```

c. Utilize a biblioteca dygraphs e a função dyHighlight para visualizar e comparar o sinal original com o o filtrado.

```
ch1 %>% dygraph(main='Filtered EEG - CH1') %>% dyHighlight()
```



Exercício 3

> Faça um gráfico que ilustre a relação entre os eventos (no eixo x) e o valor de frequência médio (Hz) para o pico do espectro de amplitude dos 16 canais de EEG disponíveis. Neste gráfico deverão ser geradas as curvas para cada uma das ondas de sinais EEG. A figura abaixo mostra a forma como o gráfico deve ser apresentado. Os valores e tendências no gráfico são meramente ilustrativos. A sequência de passos abaixo deve ser considerada:

a. Todos os sinais (os 16 canais de EEG) deverão ser filtrados por cada um dos filtros utilizados na questão 2.

b. O espectro de amplitude deve ser estimado por meio da transformada de Fourier. O valor de amplitude deve ser expresso em dB e o valor de frequência em Hz.

```
mean_freq <- function(signal, fs, idx1, idx2)
{
  n <- length(idx1)
  event_freq <- rep(0,n)
  for(i in (1:n))
  {
    mag <- rep(0i,length(idx1[i]:idx2[i]))
    mag <- abs(fft(signal[idx1[i]:idx2[i]]))
    N <- length(mag)
```

```
    freq <- seq(from=-fs/2, to=fs/2-fs/N, by=fs/N)
    event_freq[i] <- abs(freq[which(mag==max(mag))][1])
  }
  return(event_freq)
}
events <- c('E1','E2','E3','E4','E5','E6','E7','E8','E8','E10')

eFreq <- data.frame(time=1:10,
                    delta=mean_freq(ch1$delta,fs,idx_ini,idx_end),
                    teta=mean_freq(ch1$teta,fs,idx_ini,idx_end),
                    alfa=mean_freq(ch1$alfa,fs,idx_ini,idx_end),
                    beta=mean_freq(ch1$beta,fs,idx_ini,idx_end),
                    gama=mean_freq(ch1$gama,fs,idx_ini,idx_end))

eFreq %>%
  dygraph(xlab='Event',ylab='Average frequency of the amplitude spectrum peak (H
z)') %>%
  dyOptions(drawPoints = TRUE, pointSize = 2)
```