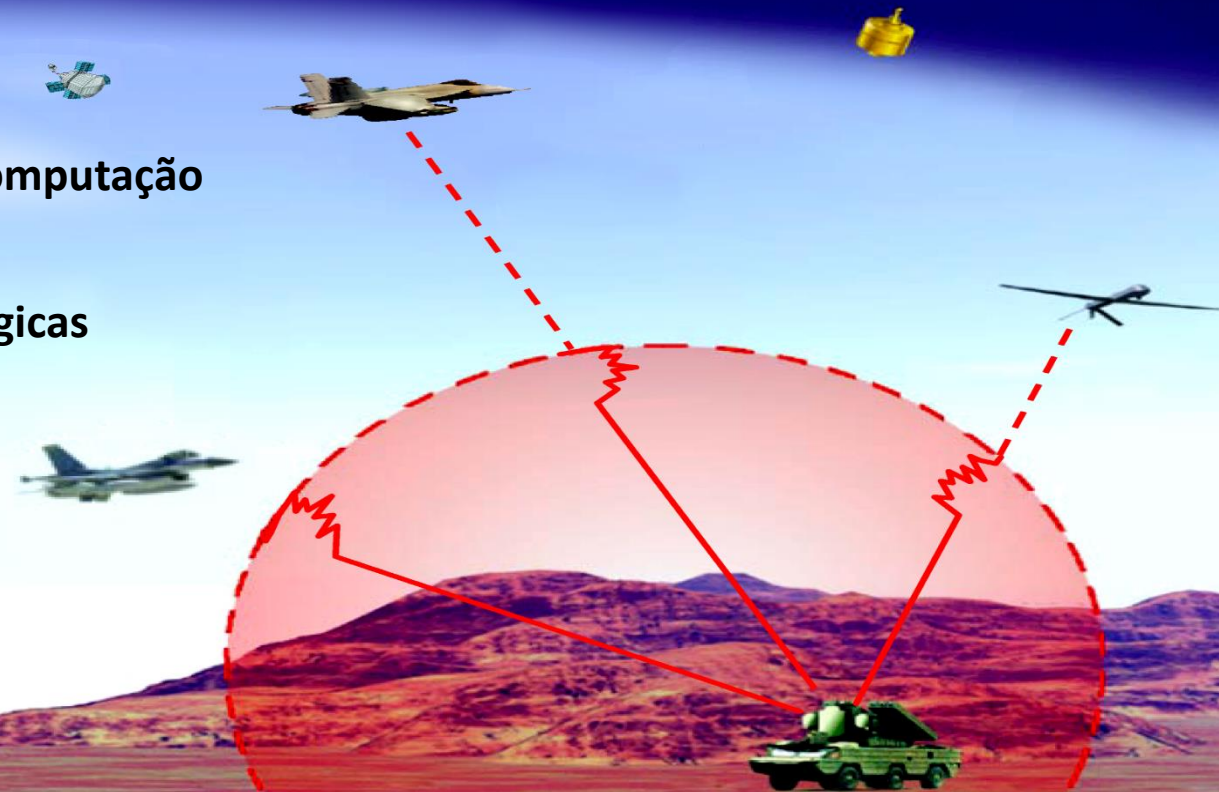




Homeworks 1 a 5 referentes às aulas 2 a 14 de
“Comunicações Estratégicas – ELC1148”, aulas
disponibilizadas em
<http://www.fccdecastro.com.br/download.html>.

Departamento de Eletrônica e Computação
Centro de Tecnologia
ELC1148 – Comunicações Estratégicas
Prof. Fernando DeCastro

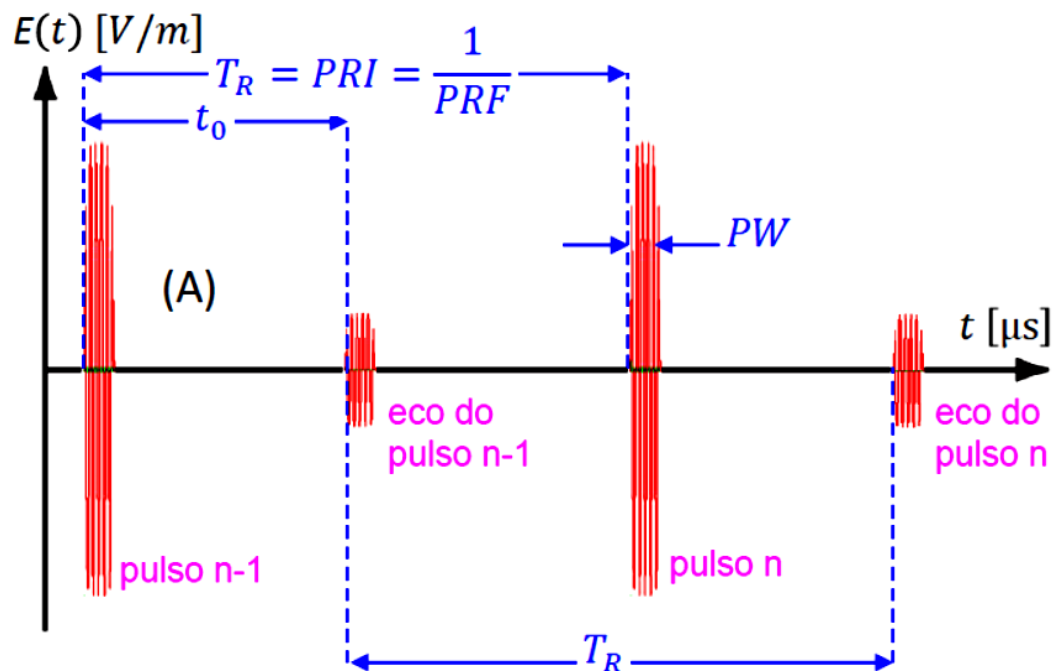
Homeworks referentes à matéria
de ELC1148 até a aula de
26/04/2022 em modalidade EAD.



Homework 1

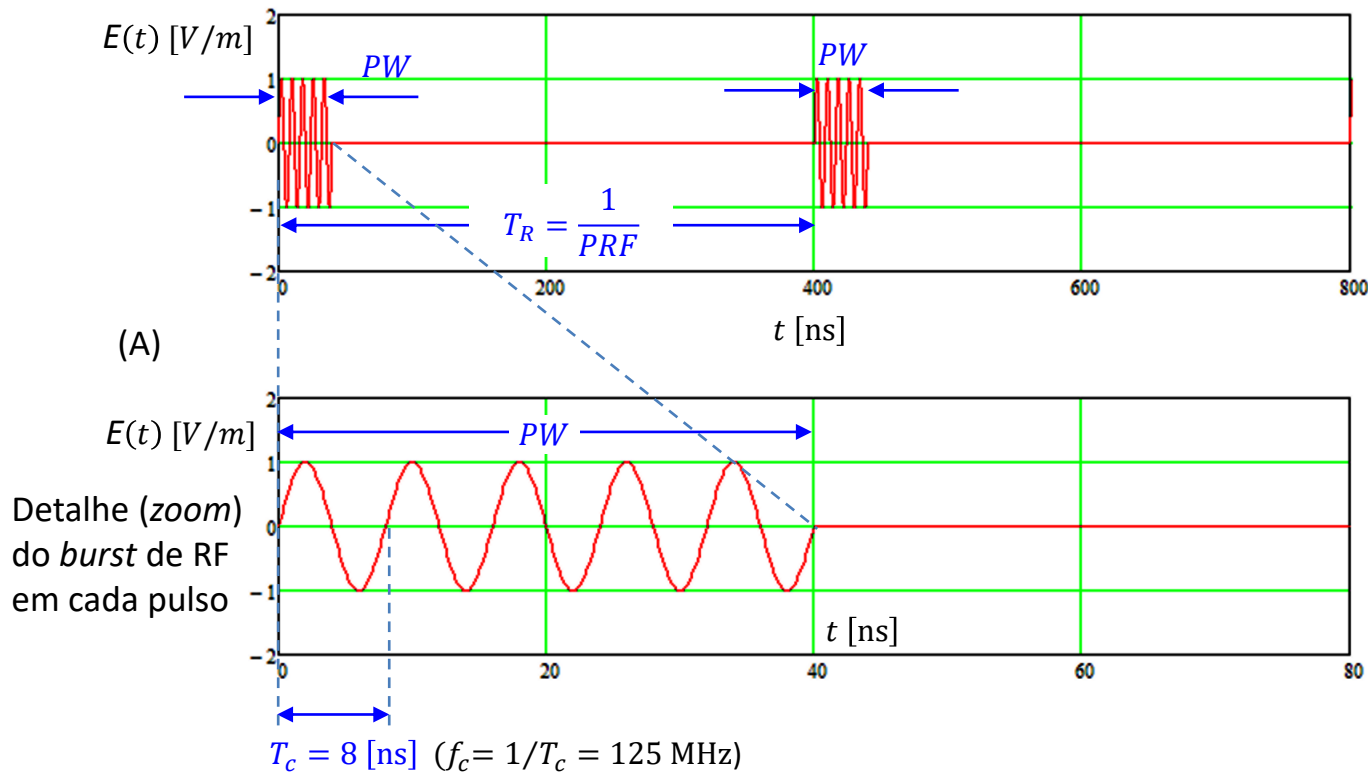
Um radar opera com um *pulse repetition frequency* $PRF = 1/T_R = 15\text{KHz}$, sendo T_R o *pulse repetition interval* (PRI) conforme mostra a figura abaixo. O bloco *Video Processing* (ver diagrama em (B) no slide 15 de http://www.fccdecastro.com.br/pdf/CE_Aula2a14_19102020.pdf) mediu o tempo $t_0 = 20\mu\text{s}$ que cada pulso e respectivo eco na onda EM demoram para percorrer a distância $2R$ no trajeto antena→alvo→antena mostrado em (B). O *duty cycle* (razão entre a largura de pulso PW e o intervalo T_R de repetição dos pulsos) é $\delta = PW/T_R = 0.1$.

Pede-se: (a) Determine o *target range* R . (b) Determine o *maximum unambiguous range* R_{max} . (c) Determine o *minimum range* R_{min} e o *range resolution* R_{res} .



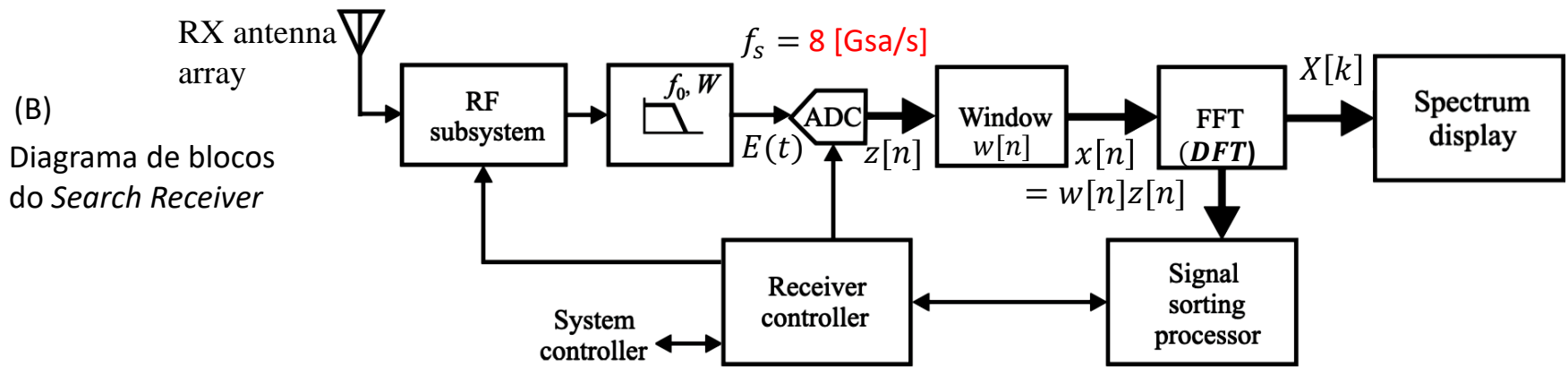
Homework 2

Um radar inimigo opera na banda A (NATO – ver slide 14 de http://www.fccdecastro.com.br/pdf/CE_Aula2a14_19102020.pdf) e sua antena irradia uma sequência de pulsos de radiofrequência (*bursts* de RF) com valor normalizado do campo elétrico da onda EM irradiada conforme mostrado em (A).



O campo elétrico $E(t)$ [V/m] irradiado mostrado em (A) é captado pelo *array* de antenas receptoras de um sistema de EW (ver (A) no slide 11 de http://www.fccdecastro.com.br/pdf/CE_Aula2a14_19102020.pdf), cujo bloco *Search Receiver* converte o campo $E(t)$ [V/m] em um sinal de tensão analógico $E(t)$ [V] conforme mostrado no diagrama em (B) na página 4 a seguir. O conversor A/D (=ADC) do *Search Receiver* digitaliza o sinal $E(t)$ com frequência de amostragem $f_s = 8$ [Gsa/s]. O objetivo do *Search Receiver* é determinar o espectro $X[k]$ do sinal captado aplicando a DFT (*Discrete Fourier Transform*) sobre o sinal $E(t)$ digitalizado, conforme (B) na página 4 a seguir. Usualmente a DFT é implementada através da FFT (*Fast Fourier Transform*). (ver http://www.fccdecastro.com.br/pdf/SS_aula27a29_06072020.pdf)

Homework 2

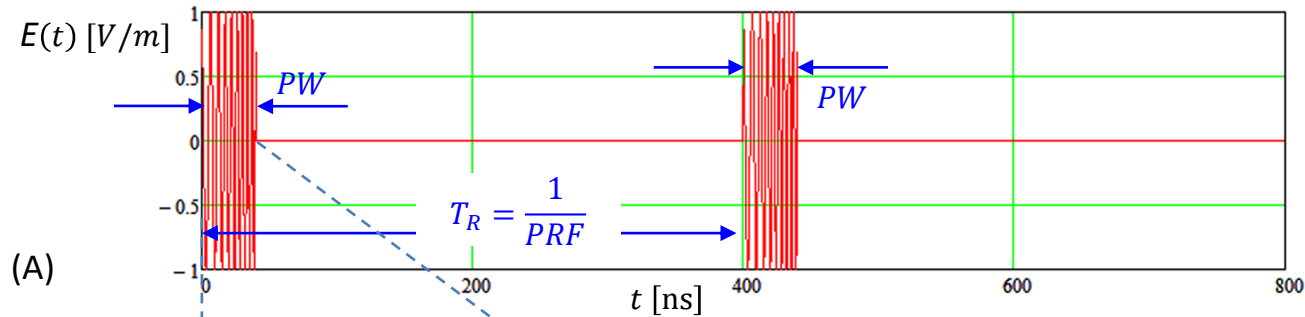


Pede-se:

- (a) Determine e plote o gráfico da magnitude do espectro $X[k]$ que é mostrado na tela “Spectrum display” do Search Receiver em (B).
- (b) A partir do gráfico do espectro $X[k]$ obtido em (a) determine o PRF (pulse repetition frequency), o PW (pulse width – largura de pulso) e a frequência f_c dos *bursts* de RF nos pulsos de $E(t)$ em (A) na página 3 anterior.
- (c) Compare os resultados obtidos em (a) e (b) com os respectivos resultados obtidos para o Exemplo 2 no slide 24 de http://www.fccdecastro.com.br/pdf/CE_Aula2a14_19102020.pdf. Efetue a comparação entre os respectivos resultados justificando analiticamente as diferenças entre eles.

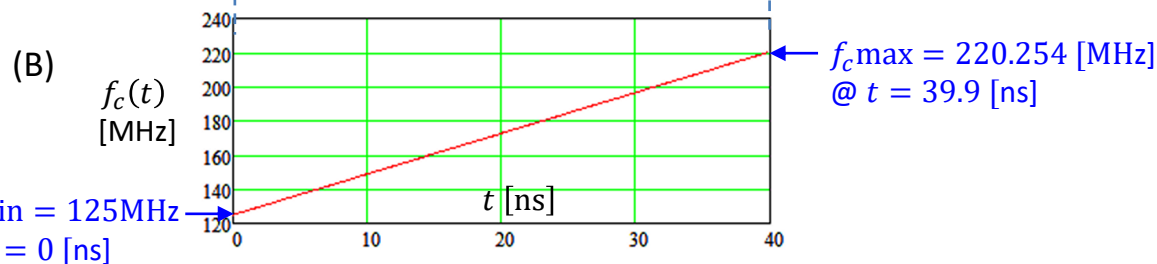
Homework 3

Um radar inimigo opera na banda A e sua antena irradia uma sequência de pulsos LFM (*Linear Frequency Modulation*) para efeito de compressão dos pulsos. O valor normalizado do campo elétrico da onda EM irradiada é conforme mostrado em (A).



Em (B) é mostrada a variação linear da frequência instantânea $f_c(t)$ do cosseno que define o *burst* de RF em cada pulso LFM

Detalhe (zoom) do *burst* de RF em cada pulso LFM



O campo elétrico $E(t)$ [V/m] irradiado mostrado em (A) é captado pelo *array* de antenas receptoras de um sistema de EW (ver (A) no slide 11 de http://www.fccdecastro.com.br/pdf/CE_Aula2a14_19102020.pdf), cujo bloco *Search Receiver* converte o campo $E(t)$ [V/m] em um sinal de tensão analógico $E(t)$ [V] conforme mostrado em (B) no slide 25 de http://www.fccdecastro.com.br/pdf/CE_Aula2a14_19102020.pdf. O conversor A/D (=ADC) do *Search Receiver* digitaliza o sinal $E(t)$ com frequência de amostragem $f_s = 8$ [Gsa/s].

Homework 3

Pede-se:

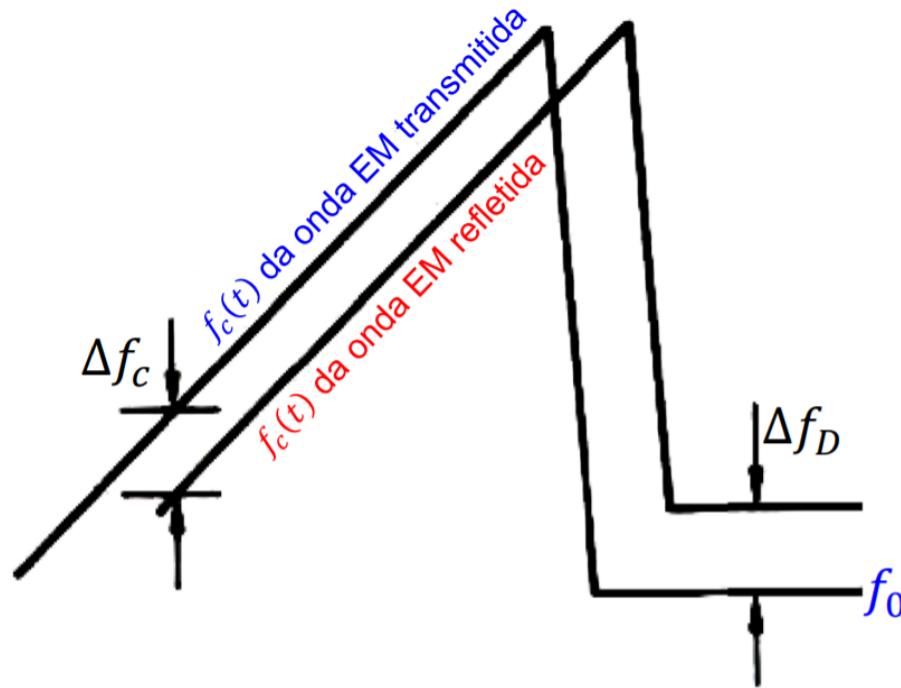
- (a) Determine e plote o gráfico da magnitude do espectro $X[k]$ que é mostrado na tela “Spectrum display” do *Search Receiver* em (B) no slide 25 de http://www.fccdecastro.com.br/pdf/CE_Aula2a14_19102020.pdf.
- (b) A partir do gráfico do espectro $X[k]$ obtido em (a) determine o *PRF* (*pulse repetition frequency*) e o *PW* (*pulse width – largura de pulso*). Estime aproximadamente as frequências $f_{c,\min}$ e $f_{c,\max}$ do *burst* de RF em cada pulso de $E(t)$ mostrado em (A).
- (c) Compare os resultados obtidos em (a) e (b) com os respectivos resultados obtidos para o Exemplo 3 no slide 30 de http://www.fccdecastro.com.br/pdf/CE_Aula2a14_19102020.pdf . Efetue a comparação entre os respectivos resultados justificando analiticamente as diferenças entre eles.

Homework 4

O TX de um radar FMCW transmite na banda X com $f_0 = 4$ [GHz] e declividade da rampa $k_f = 10$ [Hz/ μ s].

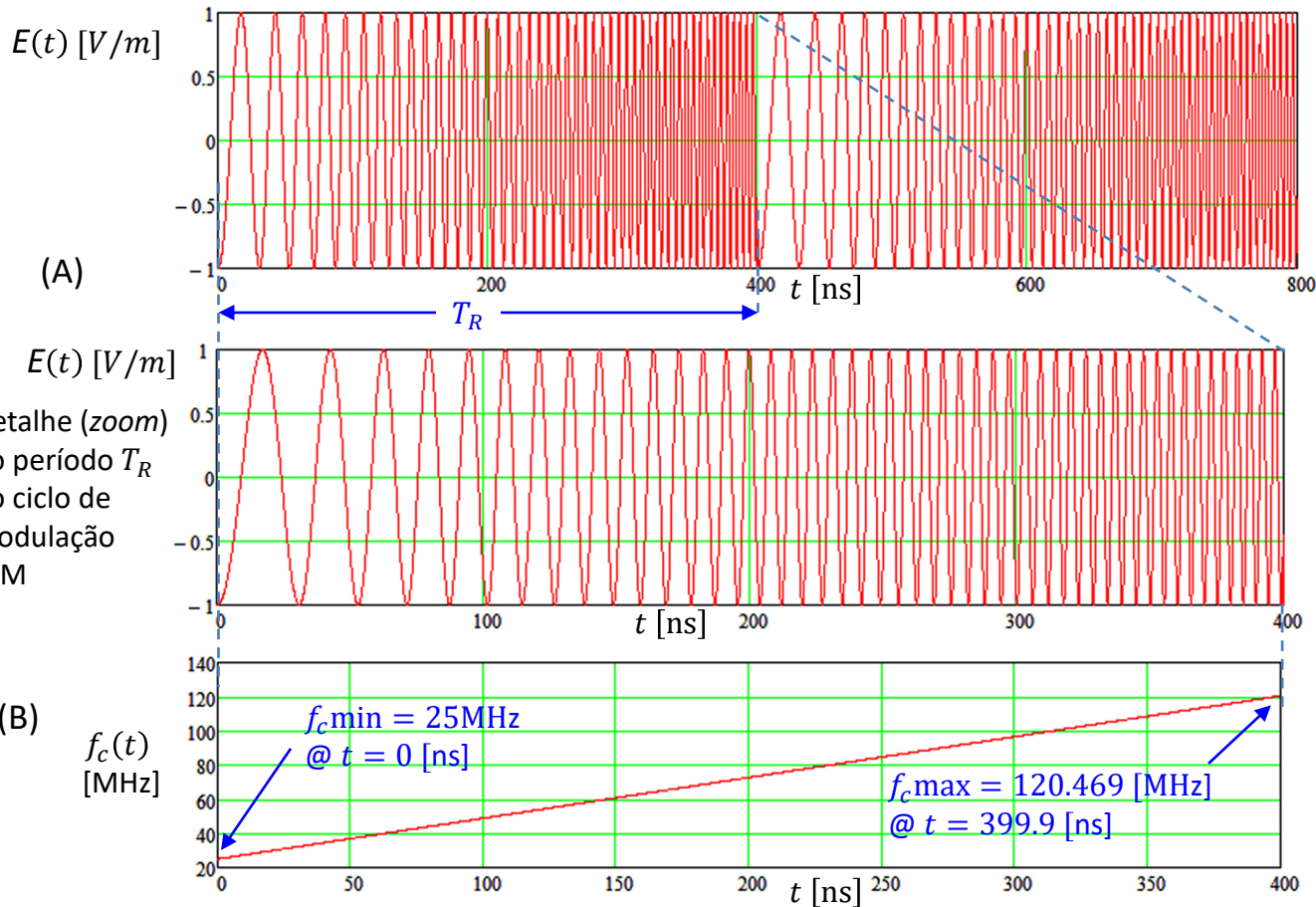
O RX do radar mede $\Delta f_D = 14.825$ [KHz] e $\Delta f_c = 10$ [KHz], sendo Δf_D o desvio Doppler resultante do movimento relativo com velocidade v entre antena e alvo e sendo Δf_c a diferença de frequência entre a onda EM recebida que é refletida no alvo e a onda EM transmitida. A diferença Δf_c é medida entre as rampas que respectivamente representam as frequências instantâneas do sinal TX e do sinal RX, conforme mostra a figura abaixo.

Determine: (a) O target range R . (b) A velocidade v do alvo.



Homework 5

Um radar FMCW inimigo opera na banda A. O valor normalizado do campo elétrico $E(t)$ da onda EM irradiada pela antena é conforme mostrado em (A).



Em (B) é mostrada a variação linear da frequência instantânea $f_c(t)$ do cosseno definido ao longo do ciclo da modulação LFM de duração T_R .

O campo elétrico $E(t)$ [V/m] irradiado mostrado em (A) é captado pelo *array* de antenas receptoras de um sistema de EW (ver (A) no slide 11 de http://www.fccdecastro.com.br/pdf/CE_Aula2a14_19102020.pdf), cujo bloco *Search Receiver* converte o campo $E(t)$ [V/m] em um sinal de tensão analógico $E(t)$ [V] conforme mostrado em (B) no slide 25 de http://www.fccdecastro.com.br/pdf/CE_Aula2a14_19102020.pdf. O conversor A/D (=ADC) do *Search Receiver* digitaliza o sinal $E(t)$ com frequência de amostragem $f_s = 12$ [Gsa/s].

Homework 5

Pede-se:

- (a)** Determine e plote o gráfico da magnitude do espectro $X[k]$ que é mostrado na tela “Spectrum display” do *Search Receiver* em (B) no slide 25 de http://www.fccdecastro.com.br/pdf/CE_Aula2a14_19102020.pdf.
- (b)** A partir do gráfico do espectro $X[k]$ obtido em (a) determine o período T_R do ciclo da modulação LFM. Estime aproximadamente as frequências $f_c \min$ e $f_c \max$ do ciclo da modulação LFM.
- (c)** Compare os resultados obtidos em (a) e (b) com os respectivos resultados obtidos para o Exemplo 5 no slide 39 de http://www.fccdecastro.com.br/pdf/CE_Aula2a14_19102020.pdf . Efetue a comparação entre os respectivos resultados justificando analiticamente as diferenças entre eles.