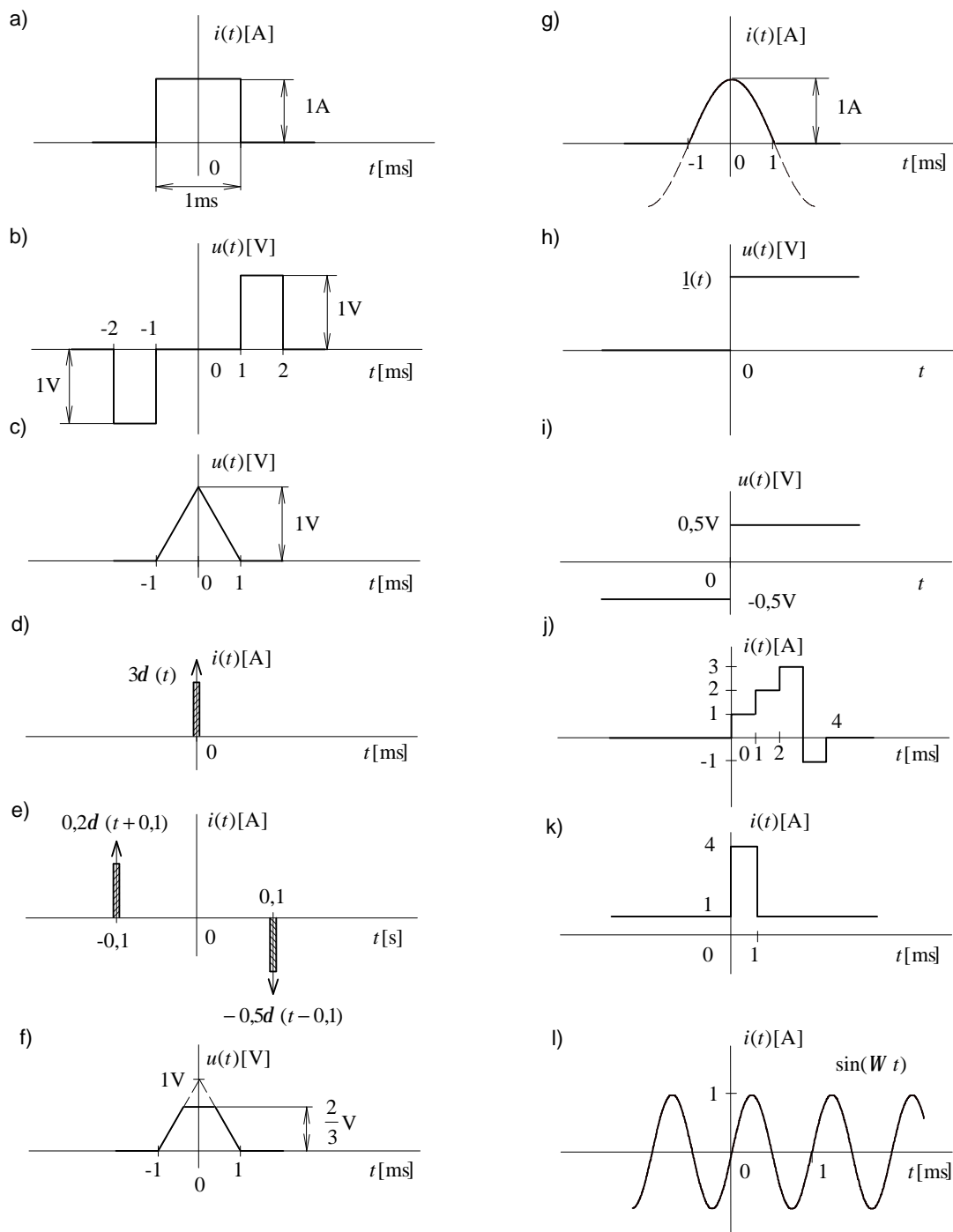


NEŘEŠENÉ PŘÍKLADY

r 1.77. Vypočítejte mohutnosti následujících signálů:



Obr.1.53. Analyzované signály.

Ü Výsledky:

- a) 1mAs, b) 0mVs, c) 1mVs, d) 3C, e) -0,3C, f) $\frac{8}{9}$ mVs, g) $\frac{2}{p}$ mC, h) ∞ , i) 0, j) $5\mu\text{C}$, k) ∞ , l) neexistuje.

r 1.78. Určete normované energie signálů z obr.1.53.

Ü Výsledky:

a) 1mJ, b) 2mJ, c) $0,6\bar{m}J$, d) ∞ , e) ∞ , f) 0,494mJ, g) 1mJ, h) ∞ , i) ∞ , j) $15 \cdot 10^{-9}J$, k) ∞ , l) ∞ .

r 1.79. Určete vzájemné energie impulsů z obr.1.53:

a) a-b, b) b-h, c) h-k, d) d-l, e) a-c, f) g-k, g) g-j, h) g-l, i) j-k, j) d-g, k) f-h, l) e-l.

Ü Výsledky:

a) 0, b) 1mJ, c) ∞ , d) 0, e) $0,58\bar{3}mJ$, f) 2,5mJ, g) 0,5mJ, h) 0, i) $8 \cdot 10^{-9}J$, j) ∞ , k) 0,247mJ, l) 0.

r 1.80. Vyjádřete impulsy a), b), d), e), i), j), k) z obr.1.53 pomocí jednotkových skoků.

Ü Výsledky:

a) $\underline{1}(t + 0,5 \cdot 10^{-3}) - \underline{1}(t - 0,5 \cdot 10^{-3})$,

b) $-\underline{1}(t + 2 \cdot 10^{-3}) + \underline{1}(t + 10^{-3}) + \underline{1}(t - 10^{-3}) - \underline{1}(t - 2 \cdot 10^{-3})$,

c) $3 \frac{d}{dt} \underline{1}(t)$

d) $0,2 \frac{d}{dt} \underline{1}(t + 0,1) - 0,5 \frac{d}{dt} \underline{1}(t - 0,1)$, i) $0,5 \underline{1}(t) - 0,5 \underline{1}(-t)$,

e) $10^{-3} [\underline{1}(t) + \underline{1}(t - 10^{-3}) + \underline{1}(t - 2 \cdot 10^{-3}) - 4 \cdot \underline{1}(t - 3 \cdot 10^{-3}) + \underline{1}(t - 4 \cdot 10^{-3})]$,

f) $\underline{1}(t) + \underline{1}(-t) + 3 \cdot \underline{1}(t) - 3 \cdot \underline{1}(t - 10^{-3})$.

r 1.81. Určete spektrální funkce impulsů z obr.1.53.

Ü Výsledky:

a) $\text{sinc}(w \cdot 5 \cdot 10^{-4}) \text{ mA/Hz}$,

b) $10^{-3} \text{sinc}(5 \cdot 10^{-4} w) [e^{-jw \cdot 1,5 \cdot 10^{-3}} - e^{jw \cdot 1,5 \cdot 10^{-3}}] = -2 \cdot 10^{-3} j \text{sinc}(5 \cdot 10^{-4} w) \sin(1,5 \cdot 10^{-3} w) \text{ V/Hz}$,

c) $5 \cdot 10^{-4} \text{sinc}^2(w \cdot 5 \cdot 10^{-4}) \text{ V/Hz}$,

d) 3 A/Hz ,

e) $0,2 e^{jw \cdot 0,1} - 0,5 e^{-jw \cdot 0,1} \text{ A/Hz}$,

f) $10^{-3} \text{sinc}^2(w \cdot 5 \cdot 10^{-4}) - \frac{1}{9} \cdot 10^{-3} \text{sinc}^2(w \cdot 1,6 \cdot 10^{-4}) \text{ V/Hz}$,

g) $\frac{2}{1 - \frac{w^2}{2} (2 \cdot 10^{-3})^2} \frac{2}{p} \cos\left(\frac{w}{2} \cdot 2 \cdot 10^{-3}\right) \cdot \frac{1,273}{1 - 4,05 \cdot 10^{-7} w^2} \cos(10^{-3} w) \text{ mA/Hz}$,

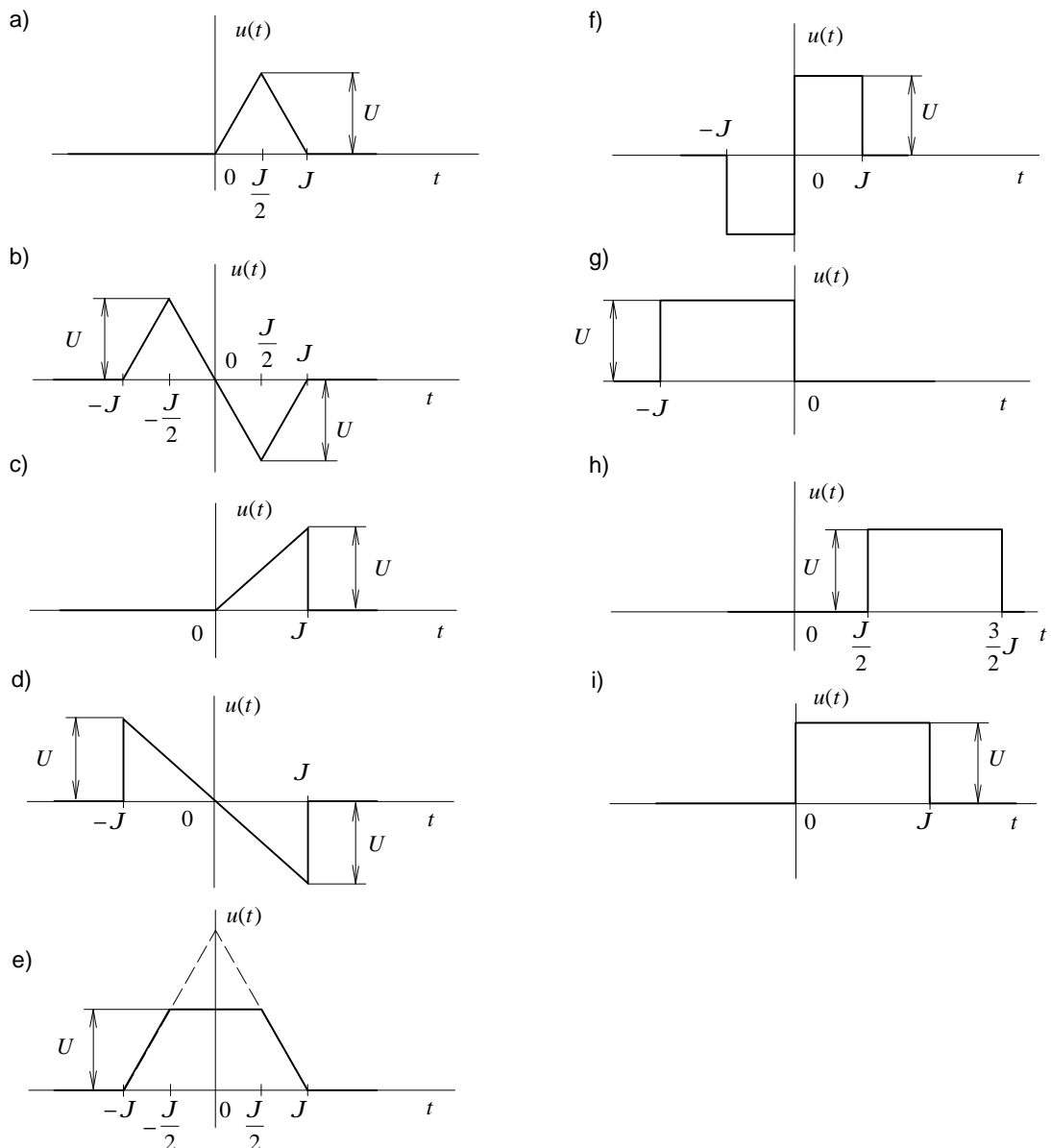
h) $\frac{1}{j\omega} + p d(\omega)$,

i) $\frac{1}{j\omega}$,

j) $\frac{1}{j\omega} \left[1 + e^{-j\omega \cdot 10^{-3}} + e^{-j\omega \cdot 2 \cdot 10^{-3}} - 4e^{-j\omega \cdot 3 \cdot 10^{-3}} + e^{-j\omega \cdot 4 \cdot 10^{-3}} \right] + p \cdot 10^{-3} d(\omega)$ mA/Hz,

k) $2p d(\omega) + 3 \operatorname{sinc}(\omega \cdot 5 \cdot 10^{-4}) e^{-j\omega \cdot 5 \cdot 10^{-4}}$ mA/Hz,

l) $-p j d(\omega - 2p \cdot 10^{-3}) + p j d(\omega + 2p \cdot 10^{-3})$ A/Hz.



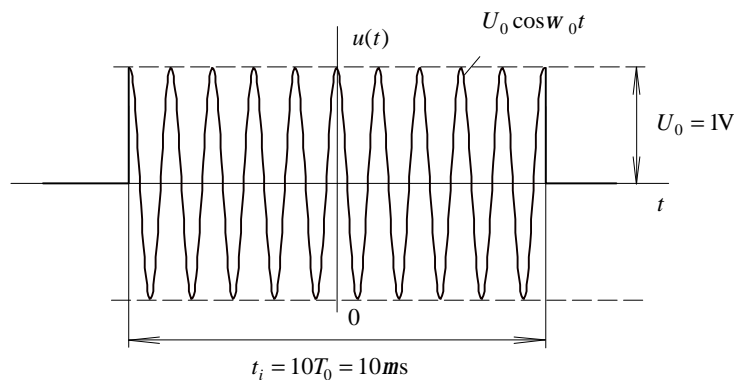
Obr.1.54. Analyzované signály.

r 1.82. Určete spektrální funkce impulsů na obr.1.54. Využijte vět platících pro Fourierovu transformaci.

Ü Výsledky:

- a) $\frac{UJ}{2} \text{sinc}^2\left(\frac{\omega J}{4}\right) e^{-j\omega \frac{J}{2}},$
- b) $-j \frac{4U}{\omega} \left[\text{sinc}(\omega J) - \text{sinc}\left(\omega \frac{J}{2}\right) \right],$
- c) $U \frac{(1 + j\omega J) e^{-j\omega J} - 1}{\omega^2 J},$
- d) $j \frac{2U}{\omega} [\text{sinc}(\omega J) - \cos(\omega J)],$
- e) $\frac{4U}{\omega^2 J} \left[\cos\left(\omega \frac{J}{2}\right) - \cos(\omega J) \right],$
- f) $j \frac{2U}{\omega} [1 - \cos(\omega J)],$
- g) $UJ \text{sinc}\left(\frac{\omega J}{2}\right) e^{j\omega \frac{J}{2}},$
- h) $UJ \text{sinc}\left(\frac{\omega J}{2}\right) e^{-j\omega J},$
- i) $UJ \text{sinc}\left(\frac{\omega J}{2}\right) e^{-j\omega \frac{J}{2}}.$

r 1.83. S využitím vět platících pro Fourierovu transformaci určete spektrální funkci radioimpulsu na obrázku pro $\omega_0 = 2\pi f_0$, $f_0 = 1\text{MHz}$, $U_0 = 1\text{V}$.



$$\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0} = 2\pi f_0$$

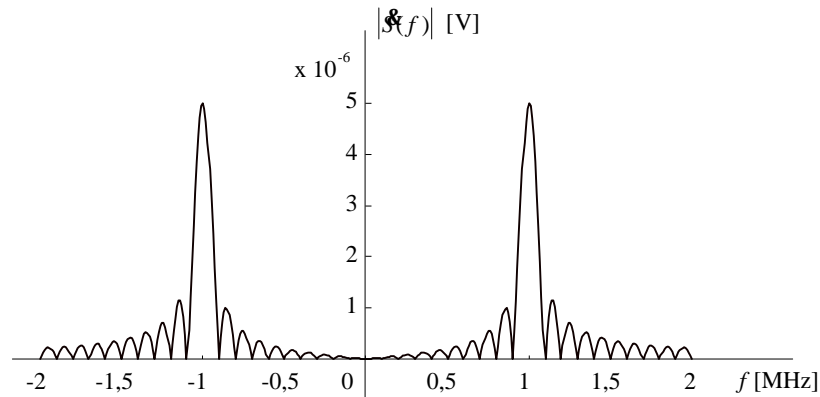
$$f_0 = 1\text{MHz}$$

Obr.1.55. Radioimpuls.

Ü Výsledek:

$$U_0 \frac{t_i}{2} \left[\text{sinc}(\omega - \omega_0) \frac{t_i}{2} - \text{sinc}(\omega + \omega_0) \frac{t_i}{2} \right] =$$

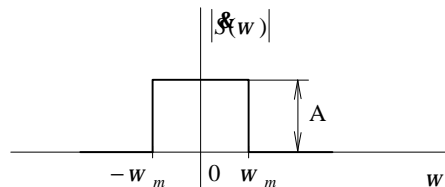
$$= 5 \cdot 10^{-6} \left\{ \text{sinc} \left[(\omega - 2\pi \cdot 10^6) \cdot 5 \cdot 10^{-6} \right] + \text{sinc} \left[(\omega + 2\pi \cdot 10^6) \cdot 5 \cdot 10^{-6} \right] \right\} \text{V / Hz.}$$



Obr.1.56. Modul spektrální funkce radioimpulsu z obr.1.55.

ř 1.84. Určete signál, který má pravoúhlý průběh spektrální funkce podle obr.1.57.

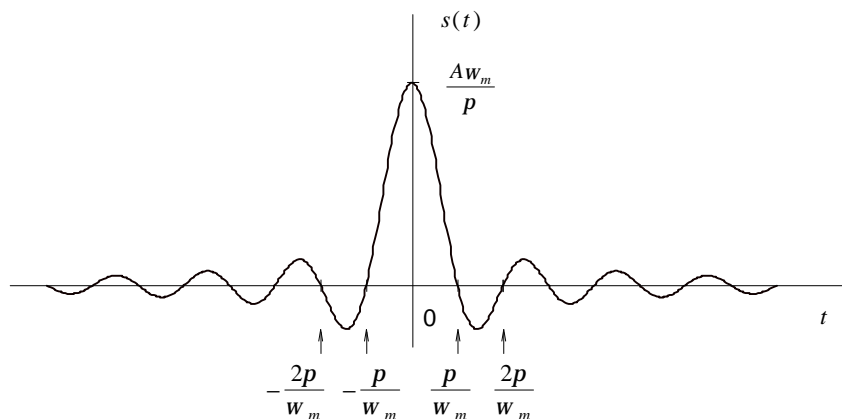
$$S(\omega) = \begin{cases} AK & |\omega| \leq \omega_m \\ 0 & |\omega| > \omega_m \end{cases}$$



Obr.1.57. Zadaná spektrální funkce impulsu.

Ü Výsledek:

$$s(t) = \frac{A\omega_m}{p} \text{sinc}(\omega_m t).$$



Obr.1.58. Signál o spektrální funkci z obr.1.57.

ř 1.85. Impuls g) z obr.1.53 se bude opakovat s opakovací periodou 2ms, takže vytvoří dvoucestně usměrněný harmonický signál. Určete koeficienty Fourierovy řady na základě poučky o vztahu spektrální funkce impulsu (viz výsledky příkladu 1.81g) a Fourierovy řady.

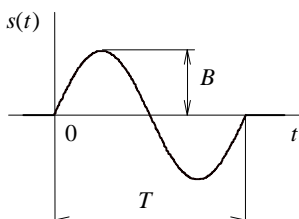
Ü Výsledek:

$$\&_k = \frac{0,6365}{1-4k^2} (-1)^k .$$

r 1.86. Vypočítejte energii signálu na obrázku pro parametry:

$$s(t) = \begin{cases} B \sin W t & 0 \leq t \leq T, \\ 0 & t < 0, t > T. \end{cases}$$

$$B = 100\text{V}, T = 1\text{ms}, W = 2\pi \cdot 10^3 \text{rad/s}.$$



Obr.1.59. Analyzovaný impuls.

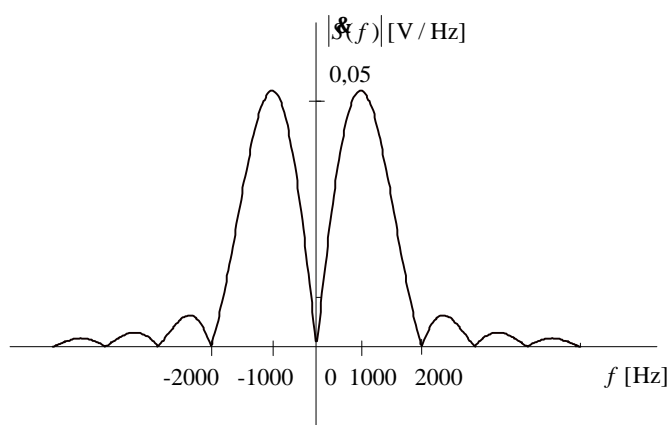
Ü Výsledek:

$$W = \frac{B^2}{2} T [\text{J}] = 5 \text{ J} .$$

r 1.87. Určete spektrální funkci impulsu z obr.1.59.

Ü Výsledek:

$$\&(w) = j \frac{2BW}{W^2 - w^2} e^{-jw\frac{T}{2}} \sin\left(w\frac{T}{2}\right) + j \frac{1,257 \cdot 10^{-6}}{3,948 \cdot 10^7 - w^2} e^{-jw5 \cdot 10^{-4}} \sin(0,5 \cdot 10^{-3} w) .$$

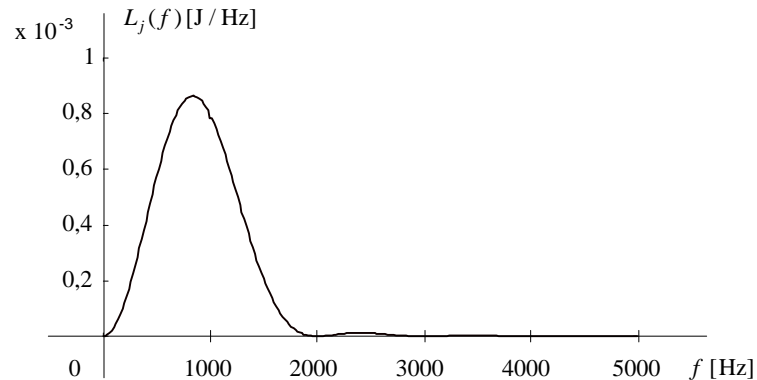


Obr.1.60. Modul spektrální funkce impulsu z obr.1.59.

r 1.88. Na základě výsledku příkladu 1.87 určete jednostrannou spektrální hustotu energie impulsu z obr.1.59.

Ü Výsledek:

$$L_j(\omega) = \frac{4B^2 W^2}{P(W^2 - \omega^2)^2} \sin^2\left(\frac{\omega T}{2}\right) \cdot \frac{5,03 \cdot 10^{11}}{(3,95 \cdot 10^7 - \omega^2)} \sin^2(5 \cdot 10^{-4} \omega).$$



Obr.1.61. Jednostranná spektrální hustota energie impulsu z obr.1.59.

ř **1.89.** Na základě výsledku příkladu 1.88 vypočtete energii impulsu z obr.1.59, která je soustředěna v kmitočtovém pásmu

a) $(0 \div 2)$ kHz, b) $(2 \div 4)$ kHz, c) $(0 \div \infty)$ kHz.

Ü Výsledky:

a) 4,9493J, b) 0,0481J, c) 5J.

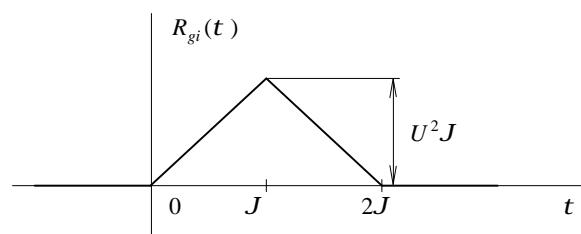
ř **1.90.** Určete vzájemnou korelační funkci R_{sd} spojitého signálu $s(t)$ a impulsu $d(t-u)$.

Ü Výsledek:

$$R_{sd}(t) = s(J+t).$$

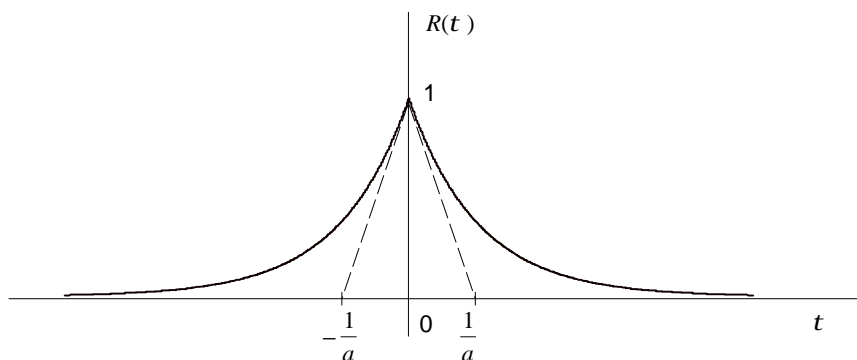
ř **1.91.** Určete vzájemnou korelační funkci R_{gi} impulsů g a i z obr.1.54.

Ü Výsledek:



Obr.1.62. Vzájemná korelační funkce impulsů g a i z obr.1.54.

- r 1.92.** Nakreslete modul spektrální funkce impulsu, jehož autokorelační funkce má tvar $R(t) = e^{-a|t|}$, $a = 1000 \text{ s}^{-1}$.



Obr.1.63. Zadaná autokorelační funkce.

Ü Výsledek:

$$|S(w)| = S(w) = \sqrt{\frac{\frac{2}{a}}{1 + \left(\frac{w}{a}\right)^2}} \approx \frac{4,472 \cdot 10^{-2}}{\sqrt{1 + (10^{-3} w)^2}}.$$

- r 1.93.** Určete energii signálu z příkladu 1.92. Využijte vlastnosti autokorelační funkce.

Ü Výsledek:

$$W=1\text{J}.$$

- r 1.94.** Uvažujte exponenciální napěťový impuls

$$u(t) = c e^{-bt} \mathbf{1}(t), \quad b > 0.$$

Nalezněte čísla b a c taková, aby korelační funkce z př.1.92 byla autokorelační funkcí impulsu $u(t)$.

Ü Výsledek:

$$b = a = 1000 \text{ s}^{-1}, c = \sqrt{2b} \approx 44,7 \text{ V}.$$