

Apêndice A – Caracterização do Filtro

Considerando o caso particular onde $G_0(f)$ é um pulso raiz quadrada do cosseno levantado com ganho de $\sqrt{T_c}$, temos que sua transformada inversa de Fourier é:

$$g_0(t) = \frac{4\alpha}{\pi\sqrt{T_c}} \cdot \frac{\cos\left[\frac{(1+\alpha)\pi t}{T_c}\right] + \frac{T_c}{4\alpha t} \cdot \text{sen}\left[\frac{(1-\alpha)\pi t}{T_c}\right]}{1 - \left(\frac{4\alpha t}{T_c}\right)^2}, \quad (\text{A.1})$$

onde, para $t = 0$, temos:

$$g_0(0) = \frac{4\alpha}{\pi\sqrt{T_c}} \cdot \frac{1 + \frac{T_c \cdot \frac{(1-\alpha)\pi}{T_c}}{4\alpha}}{1} = \frac{4\alpha}{\pi\sqrt{T_c}} \cdot \left(1 + \frac{(1-\alpha)\pi}{4\alpha}\right). \quad (\text{A.2})$$

Desenvolvendo:

$$g_0(0) = \frac{4\alpha}{\pi\sqrt{T_c}} + \frac{(1-\alpha)\pi}{\pi\sqrt{T_c}} = \frac{4\alpha - \pi\alpha + \pi}{\pi\sqrt{T_c}}, \quad (\text{A.3})$$

$$g_0(0) = \frac{1}{\sqrt{T_c}} \cdot \left(\frac{(4-\pi)\alpha + \pi}{\pi}\right) = \frac{1}{\sqrt{T_c}} \cdot \left(\frac{0,858\alpha + \pi}{\pi}\right). \quad (\text{A.4})$$

Na simulação, foi utilizado um fator de *roll-off* $\alpha = 0,22$. Portanto:

$$g_0(0) = \frac{1}{\sqrt{T_c}} \cdot 1,06. \quad (\text{A.5})$$

Como $G(f) = \sqrt{Q(f)}$ e $Q(f) = \frac{A^2}{T_c} \cdot Q_0(f)$, temos que:

$$G(f) = \sqrt{Q(f)} = \frac{A}{\sqrt{T_c}} \cdot \sqrt{Q_0(f)}. \quad (\text{A.6})$$

Logo:

$$g(0) = \frac{A}{\sqrt{T_c}} \cdot g_0(0). \quad (\text{A.7})$$

Substituindo (A.5) em (A.7):

$$g(0) = \frac{A}{\sqrt{T_c}} \cdot \frac{1}{\sqrt{T_c}} \cdot 1,06 = \frac{A}{T_c} \cdot 1,06. \quad (\text{A.8})$$

Chegamos finalmente a:

$$A = \frac{g(0) \cdot T_c}{1,06}. \quad (\text{A.9})$$

Apêndice B – Determinação do E_b/N_0 “instantâneo”

Em (5.11), foi definido o E_b / N_0 na ausência de desvanecimento. Com o desvanecimento, o nível do sinal recebido, em um dado instante, varia de acordo com a função densidade de probabilidade (f.d.p.) de Rayleigh. Considerando $v(t)$ aproximadamente constante a cada intervalo de símbolo, pode-se considerar que o sinal desvanecido será multiplicado por uma variável de Rayleigh v . O E_b / N_0 “instantâneo”, ou seja, no instante de detecção do símbolo, é então definido como:

$$\left(\frac{E_b}{N_0} \right)_i = \frac{E_b \cdot v^2}{N_0 + I_{OC}} = G_p \cdot SINR \cdot v^2. \quad (B.1)$$

A equação acima foi apresentada em [4] e a variável de Rayleigh v representa, na verdade, os coeficientes de desvanecimento que atuam no raio principal. Porém, para o nosso caso, é necessário obtermos a mesma equação considerando dois raios, um principal e outro secundário, originado dos multipercursos.

De acordo com (5.17), percebemos que, para L multipercursos, o coeficiente de desvanecimento que atua na potência do sinal resultante do Rake é igual ao quadrado da soma dos coeficientes de cada raio. Vale ressaltar que esses coeficientes estão multiplicados por seus respectivos fatores de ponderação γ . Por outro lado, a potência do ruído é afetada pela soma dos quadrados dos fatores de ponderação. Portanto, para $L = 2$, basta substituir o v^2 de (B.1) por $(\gamma_1 \cdot v_1 + \gamma_2 \cdot v_2)^2$ e multiplicar a potência do ruído por $(\gamma_1^2 + \gamma_2^2)$, como se segue:

$$\left(\frac{E_b}{N_0} \right)_{i,L=2} = G_p \cdot SINR \cdot \frac{(\gamma_1 \cdot v_1 + \gamma_2 \cdot v_2)^2}{(\gamma_1^2 + \gamma_2^2)}. \quad (B.2)$$

Referências Bibliográficas

- [1] RAPPAPORT, T. S. **Wireless Communications: Principles and Practice**. New Jersey: Prentice Hall Inc., 1996.
- [2] HOLMA, H.; TOSKALA, A. **WCDMA for UMTS**. England: John Wiley & Sons, Ltd., 2000.
- [3] PARKVALL, S. et al. **The Evolution of WCDMA Towards Higher Speed Downlink Packet Data Access**. Vehicular Technology Conference, 2001, p. 2287-2291.
- [4] CORRÊA, R. J. A. **Análise de Desempenho de Enlaces com Modulação Adaptativa Aplicada a Sistemas WCDMA/HSDPA**. Dissertação de Mestrado. PUC-Rio, Rio de Janeiro, Julho de 2003.
- [5] ADACHI, F.; SAWAHASHI, M.; SUDA, HIROHITO. **Wideband DS-CDMA for Next-Generation Mobile Communications Systems**. IEEE Communications Magazine, September 1998, p. 56-69.
- [6] DAHLMAN, E. et al. **UMTS/IMT-2000 Based on Wideband CDMA**. IEEE Communications Magazine, September 1998, p. 70-80.
- [7] TS25.213 V5.4.0 **Spreading and Modulation (FDD)**. September 2003.
- [8] ADACHI, F.; SAWAHASHI, M.; OTAWA, K. **Tree-structured Generation of Orthogonal Spreading Codes with Different Lengths for Forward Link of DS-CDMA Mobile**. Electronics Letters, 1997, Vol. 33, No. 1, p. 27-28.
- [9] HOLMA, H.; TOSKALA, A. **WCDMA for UMTS**. England: John Wiley & Sons, Ltd., 2002.
- [10] PRICE, R.; GREEN P. **A Communication Technique for Multipath Channels**. Proc. IRE, March 1958, Vol. 46, p. 555-570.
- [11] HAYKIN, S. **Communication Systems**. 4th Edition. USA: John Wiley & Sons Inc., 2001.
- [12] CATREUX, S. et al. **Adaptive Modulation and MIMO Coding for Broadband Wireless Data Networks**. IEEE Communications Magazine, June 2002, p. 108-115.

- [13] NAKAMURA, M.; AWAD, Y.; VADGAMA, S. **Adaptive Control of Link Adaptation for High Speed Downlink Packet Access (HSDPA) in W-CDMA**. 5th International Symposium on Wireless Personal Multimedia Communications, 2002, p. 382-386.
- [14] 3GPP TR25.858 V5.0.0. **HSDPA Physical Layer Aspects**. March 2002.
- [15] RAPPAPORT, T. S. et al. **Wireless Communications: Past Events and a Future Perspective**. IEEE Communications Magazine, May 2002, p. 148-161.
- [16] 3GPP TR25.848 V4.0.0. **Physical Layer Aspects of UTRA High Speed Downlink Packet Access**. March 2001.
- [17] KOLDING T. E. et al. **Performance Evaluation of Modulation and Coding Schemes Proposed for HSDPA in 3.5G UMTS Networks**. Nokia Networks.
- [18] TORRANCE, J.; Hanzo, L. **Optimization of Switching Levels for Adaptive Modulation in Slow Rayleigh Fading**. IEEE Electronics Letters, Vol. 32, p. 1167-1169, June 1996.
- [19] LEE, J. et al. **Adaptive Modulation Switching Level Control in High Speed Downlink Packet Access Transmission**. Proc. 3rd IEEE 2002 International Conference on 3G Mobile Communication Technology, p. 156-159.
- [20] HIGUCHI, K. et al. **Multipath Interference Canceller for High-Speed Packet Transmission with Adaptive Modulation and Coding Scheme in W-CDMA Forward Link**. Vehicular Technology Conference, 2001, p. 2297-2301.
- [21] WANG, H. et al. **Advanced High Speed Packet Access Receiver for WCDMA Multicode Transmissions with High-Order Modulation**. 13th IEEE 2002 International Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Communication Proceedings, p. 1068-1072.
- [22] ANTONEN, A. et al. **Effect of Nonideal Channel and SINR Estimation to Performance of WCDMA with Adaptive Modulation and Coding**. 14th IEEE 2003 International Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Communication Proceedings, p. 1022-1026.

- [23] WON, S. H. et al. **An SIR Estimation Method Adequate to High Data Rate Packet Communication in WCDMA System**. International Conference on Computational Science 2002, p. 1120-1124.
- [24] KOLDING, T. E. et al. **Performance Aspects of WCDMA Systems with High Speed Downlink Packet Access (HSDPA)**. IEEE 2002, p. 477-481.
- [25] FONOLLOSA, J. R. et al. **Adaptive Modulation Schemes for MIMO HSDPA**. Proceedings of IST Mobile Summit 2002, Greece, June 2002, p. 78-82.