

Apostila de Comunicações Digitais

Fórmulas e Tabelas

Prof. André Noll Barreto

Universidade de Brasília

Rev. 1.0

Maio/2016

A. Fórmulas Úteis

a. Identidades Trigonométricas:

$$\sin(2x) = 2\sin x \cos x$$

$$\cos(2x) = \cos^2 x - \sin^2 x$$

$$\sin^2 x + \cos^2 x = 1$$

$$\cos^2 x = \frac{1}{2}(1 + \cos 2x)$$

$$\sin^2 x = \frac{1}{2}(1 - \cos 2x)$$

$$\sin(x \pm y) = \sin x \cos y \pm \cos x \sin y$$

$$\cos(x \pm y) = \cos x \cos y \mp \sin x \sin y$$

$$\tan(x \pm y) = \frac{\tan x \pm \tan y}{1 \mp \tan x \tan y}$$

$$a \cos x + b \sin x = \sqrt{a^2 + b^2} \cos(x + \tan^{-1}(-b/a))$$

b. Algumas Integrais

$$\int x \sin(ax) dx = \frac{1}{a^2} (\sin(ax) - ax \cos(ax))$$

$$\int x \cos(ax) dx = \frac{1}{a^2} (\cos(ax) + ax \sin(ax))$$

$$\int x^2 \sin(ax) dx = \frac{1}{a^3} (2ax \sin(ax) + 2\cos(ax) - a^2 x^2 \cos(ax))$$

$$\int x^2 \cos(ax) dx = \frac{1}{a^3} (2ax \cos(ax) - 2\sin(ax) + a^2 x^2 \sin(ax))$$

$$\int x e^{ax} dx = \frac{e^{ax}}{a^2} (ax - 1)$$

$$\int x^2 e^{ax} dx = \frac{e^{ax}}{a^3} (a^2 x^2 - 2ax + 2)$$

$$\int \frac{1}{x^2 + a^2} dx = \frac{1}{a} \tan^{-1} \frac{x}{a}$$

$$\int \frac{x}{x^2 + a^2} dx = \frac{1}{2} \ln(x^2 + a^2)$$

$$\int \frac{x}{a^4 + x^4} dx = \frac{1}{2a^2} \tan^{-1} \frac{x^2}{a^2}$$

c. Tabela de Transformadas de Fourier:

$g(t) = \mathcal{F}^{-1}\{G(f)\} = \int_{-\infty}^{\infty} G(f)e^{j2\pi ft} df$	$G(f) = \mathcal{F}\{g(t)\} = \int_{-\infty}^{\infty} g(t)e^{-j2\pi ft} dt$
$\delta(t - t_0)$	$e^{-j2\pi ft_0}$
$e^{j2\pi f_0 t}$	$\delta(f - f_0)$
$t^n e^{-at} u(t)$	$\frac{n!}{(a + j2\pi f)^{n+1}}$
$e^{-a t }$	$\frac{2a}{a^2 + 4\pi^2 f^2}$
$\cos(2\pi f_0 t)$	$\frac{1}{2}[\delta(f - f_0) + \delta(f + f_0)]$
$\sin(2\pi f_0 t)$	$\frac{1}{2j}[\delta(f - f_0) - \delta(f + f_0)]$
$u(t) = \begin{cases} 0 & , t < 0 \\ 1/2 & , t = 0 \\ 1 & , t > 0 \end{cases}$	$\frac{1}{2}\delta(f) + \frac{1}{j2\pi f}$
$\text{sgn}(t) = \begin{cases} -1 & , t < 0 \\ 0 & , t = 0 \\ 1 & , t > 0 \end{cases}$	$\frac{1}{j\pi f}$
$\text{rect}\left(\frac{t}{\tau}\right) = \begin{cases} 0 & , t > \frac{\tau}{2} \\ 1/2 & , t = \frac{\tau}{2} \\ 1 & , t < \frac{\tau}{2} \end{cases}$	$ \tau \text{sinc}(\pi f \tau)$
$\text{sinc}(2\pi Bt) = \frac{\sin(2\pi Bt)}{2\pi Bt}$	$\frac{1}{ 2B } \text{rect}\left(\frac{f}{2B}\right)$
$\Delta\left(\frac{t}{\tau}\right) = \begin{cases} 1 - \frac{2 t }{\tau} & , t \leq \frac{\tau}{2} \\ 0 & , t \geq \frac{\tau}{2} \end{cases}$	$\frac{\tau}{2} \text{sinc}^2\left(\frac{\pi f \tau}{2}\right)$
$\sum_{n=-\infty}^{\infty} \delta(t - nT)$	$\frac{1}{T} \sum_{n=-\infty}^{\infty} \delta\left(f - \frac{n}{T}\right)$
$k_1 g_1(t) + k_2 g_2(t)$	$k_1 G_1(f) + k_2 G_2(f)$
$G(t)$	$g(-f)$
$g(at)$	$\frac{1}{ a } G\left(\frac{f}{a}\right)$
$g(t - t_0)$	$G(f)e^{-j2\pi ft_0}$
$g(t)e^{j2\pi f_0 t}$	$G(f - f_0)$
$g_1(t) * g_2(t) = \int_{-\infty}^{\infty} g_1(\tau)g_2(t - \tau)d\tau$ $= \int_{-\infty}^{\infty} g_1(t - \tau)g_2(\tau)d\tau$	$G_1(f)G_2(f)$
$g_1(t)g_2(t)$	$G_1(f) * G_2(f)$
$\frac{d^n g(t)}{dt^n}$	$(j2\pi f)^n G(f)$
$\int_{-\infty}^t g(x)dx$	$\frac{G(f)}{j2\pi f} + \frac{1}{2}G(0)\delta(f)$

d. Tabela de Transformadas de Hilbert

$g(t)$	$g_h(t) = \frac{G(f)}{j2\pi f} + \frac{1}{2}G(0)\delta(f)$
$g_h(t)$	$-g(t)$
$\sin t$	$-\cos t$
$\cos t$	$\sin t$
$\frac{1}{t^2 + 1}$	$\frac{t}{t^2 + 1}$
$\text{sinc } t$	$\frac{1 - \cos t}{t}$
$\delta(t)$	$\frac{1}{\pi t}$
$\text{rect}(t)$	$\frac{1}{\pi} \ln \left \frac{t + 1/2}{t - 1/2} \right $

B. Tabelas

Tabela da Função Q

x	Q(x)	x	Q(x)
0,1	4,60E-001	3,1	9,68E-004
0,2	4,21E-001	3,2	6,87E-004
0,3	3,82E-001	3,3	4,83E-004
0,4	3,45E-001	3,4	3,37E-004
0,5	3,09E-001	3,5	2,33E-004
0,6	2,74E-001	3,6	1,59E-004
0,7	2,42E-001	3,7	1,08E-004
0,8	2,12E-001	3,8	7,23E-005
0,9	1,84E-001	3,9	4,81E-005
1,0	1,59E-001	4,0	3,17E-005
1,1	1,36E-001	4,1	2,07E-005
1,2	1,15E-001	4,2	1,33E-005
1,3	9,68E-002	4,3	8,54E-006
1,4	8,08E-002	4,4	5,41E-006
1,5	6,68E-002	4,5	3,40E-006
1,6	5,48E-002	4,6	2,11E-006
1,7	4,46E-002	4,7	1,30E-006
1,8	3,59E-002	4,8	7,93E-007
1,9	2,87E-002	4,9	4,79E-007
2,0	2,28E-002	5,0	2,87E-007
2,1	1,79E-002	5,1	1,70E-007
2,2	1,39E-002	5,2	9,96E-008
2,3	1,07E-002	5,3	5,79E-008
2,4	8,20E-003	5,4	3,33E-008
2,5	6,21E-003	5,5	1,90E-008
2,6	4,66E-003	5,6	1,07E-008
2,7	3,47E-003	5,7	5,99E-009
2,8	2,56E-003	5,8	3,32E-009
2,9	1,87E-003	5,9	1,82E-009
3,0	1,35E-003	6,0	9,87E-010