

### 第三章 QPSK 直接序列展頻系統

展頻系統中常用的調變系統有 BPSK，QPSK 與 MSK 等三種。【圖 3.1】為 QPSK 直接序列展頻調變系統。QPSK 直接序列展頻系統方塊圖包含二條訊號分路：I-通道與 Q-通道。圖中的輸入訊號  $b(t)$  將分別調變 PN 訊號  $c_1(t)$  與  $c_2(t)$ 。QPSK 直接序列展頻訊號可以表示成：

$$\begin{aligned} s(t) &= s_1(t) + s_2(t) \\ &= Ab(t)c_1(t)\sin(2\pi f_c t + \theta) + Ab(t)c_2(t)\cos(2\pi f_c t + \theta) \\ &= \sqrt{2} A \sin(2\pi f_c t + \theta + \gamma(t)) \end{aligned} \quad (3.1)$$

其中：

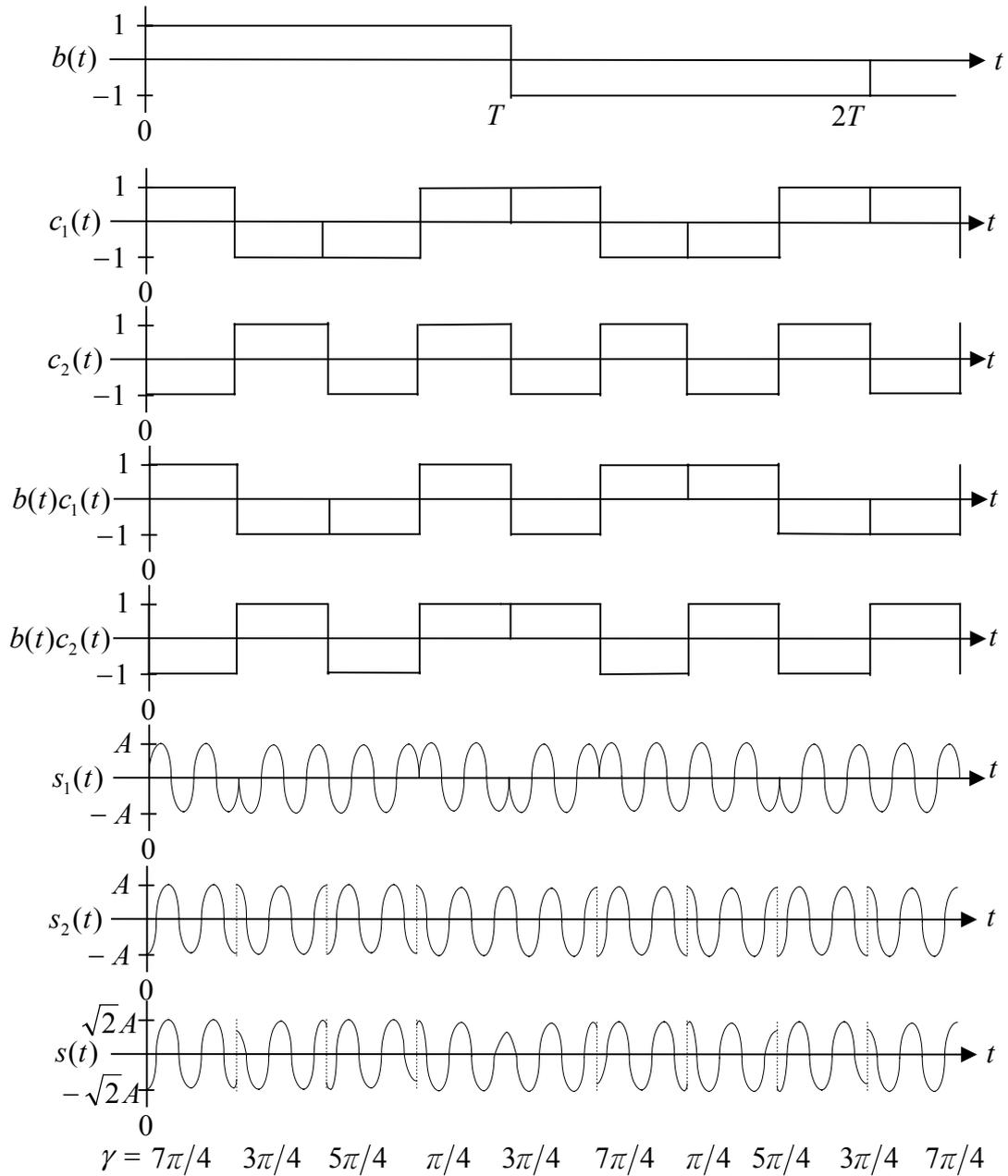
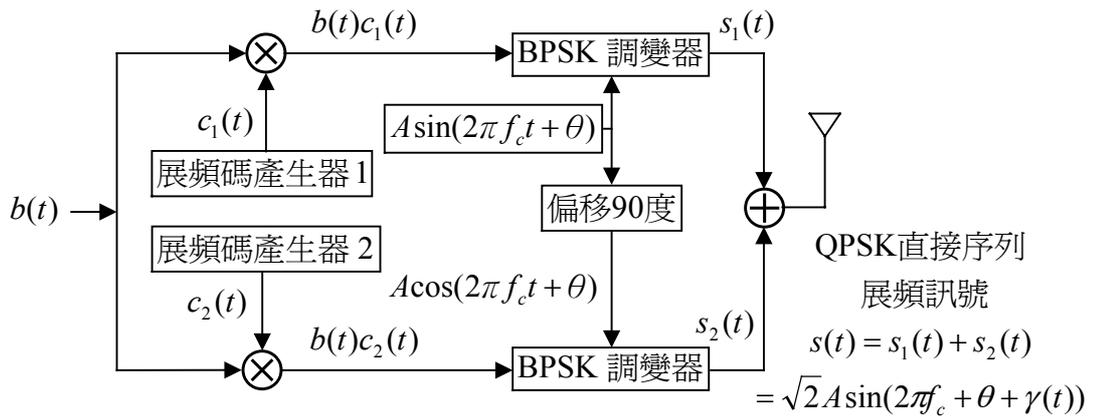
$$\begin{aligned} \gamma(t) &= \tan^{-1}\left(\frac{c_2(t)b(t)}{c_1(t)b(t)}\right) \\ &= \begin{cases} \pi/4, & \text{if } c_1(t)b(t) = 1 \text{ and } c_2(t)b(t) = 1 \\ 3\pi/4, & \text{if } c_1(t)b(t) = -1 \text{ and } c_2(t)b(t) = 1 \\ 5\pi/4, & \text{if } c_1(t)b(t) = -1 \text{ and } c_2(t)b(t) = -1 \\ 7\pi/4, & \text{if } c_1(t)b(t) = 1 \text{ and } c_2(t)b(t) = -1 \end{cases} \end{aligned} \quad (3.2)$$

訊號  $s(t)$  包含四種不同的相位分量： $\theta + \pi/4$ 、 $\theta + 3\pi/4$ 、 $\theta + 5\pi/4$ 、 $\theta + 7\pi/4$ 。【圖 3.1】表示了當  $\theta=0$  時， $s(t)$  的波形與相位。【圖 3.2】為 QPSK 直接序列展頻接收機。其中 I-通道與 Q-通道的訊號成份被訊號  $c_1(t)$  與  $c_2(t)$  除展頻。假設訊號的傳播延遲時間為  $\tau$ ，輸入訊號（忽略雜訊）為：

$$s(t-\tau) = Ab(t-\tau)c_1(t-\tau)\sin(2\pi f_c t + \theta') + Ab(t-\tau)c_2(t-\tau)\cos(2\pi f_c t + \theta') \quad (3.3)$$

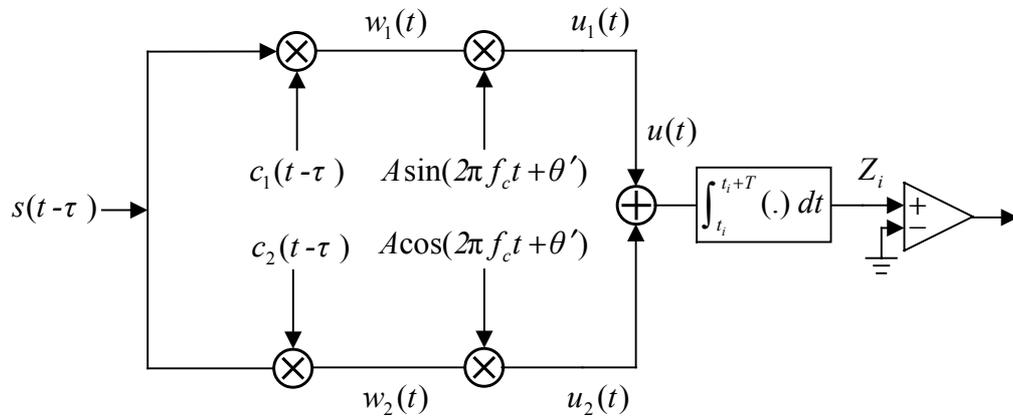
其中  $\theta' = \theta - 2\pi f_c \tau$ 。

$$\begin{aligned} u_1(t) &= Ab(t-\tau)\sin^2(2\pi f_c t + \theta') \\ &\quad + Ab(t-\tau)c_1(t-\tau)c_2(t-\tau)\sin(2\pi f_c t + \theta')\cos(2\pi f_c t + \theta') \\ &= Ab(t-\tau)[1 - \cos(4\pi f_c t + 2\theta')]/2 \\ &\quad + Ab(t-\tau)c_1(t-\tau)c_2(t-\tau)\frac{1}{2}\sin(4\pi f_c t + 2\theta') \end{aligned} \quad (3.4)$$



【圖 3.1】QPSK 直接序列展頻系統的訊號波形

$$\begin{aligned}
u_2(t) &= Ab(t-\tau)c_1(t-\tau)c_2(t-\tau)\sin(2\pi f_c t + \theta')\cos(2\pi f_c t + \theta') \\
&\quad + Ab(t-\tau)\cos^2(2\pi f_c t + \theta') \\
&= Ab(t-\tau)c_1(t-\tau)c_2(t-\tau)\frac{1}{2}\sin(4\pi f_c t + 2\theta') \\
&\quad + Ab(t-\tau)\frac{1}{2}[1 + \cos(4\pi f_c t + 2\theta')]
\end{aligned} \tag{3.5}$$



【圖 3.2】QPSK 直接序列展頻接收機方塊圖

這些訊號的和被積分後，產生  $z_i = AT$  (如果傳送+1) 或  $z_i = -AT$  (如果傳送-1)。在此，注意到判決變量的值要比在 BPSK DS/SS 系統中的判決變量正好大了一倍。 $c_1(t)$  與  $c_2(t)$  可以是二個獨立的偽隨機碼訊號。 $c_1(t)$  與  $c_2(t)$  也可以從同一個偽隨機碼訊號  $c(t)$  中分離出來。例如，我們可以從  $c(t)$  中分離  $c_1(t)$  與  $c_2(t)$ 。也就是  $c_1(t)$  使用  $c(t)$  的奇數展頻碼子碼 (chip)，而  $c_2(t)$  使用  $c(t)$  的偶數展頻碼子碼。 $c_1(t)$  與  $c_2(t)$  的展頻碼子碼寬度為  $c(t)$  的二倍。其相關圖形顯示於【圖 3.3】中，我們也可以將  $c_1(t)$  設為  $c_1(t) = c(t)$ ，而  $c_2(t)$  為  $c(t)$  的延遲訊號。注意到，這樣做的缺點是無法保證如此而產生的  $c_1(t)$  與  $c_2(t)$  是否仍與系統中其他用戶碼保持正交性，以實現分碼多工的目的。

假設  $T_c$  為  $c_1(t)$  與  $c_2(t)$  的展頻碼子碼寬度。而  $s_1(t)$  與  $s_2(t)$  的頻寬相同且等於  $2/T_c$ 。其中  $s_1(t)$  與  $s_2(t)$  互為正交且佔用相同的頻帶。因此，訊號  $s(t)$  的頻寬與  $s_1(t)$ 、 $s_2(t)$  相同，皆為  $2/T_c$ 。而其資料傳輸率等於  $1/T$ ，處理增益  $PG = T/T_c$ 。QPSK 直接



複雜。因此，如果在接收端兩個載波不是完全正交的話，將會造成交互干擾（cross talk）現象而影響 QPSK 直接序列展頻系統的性能。QPSK 直接序列展頻已被成功地運用於 GPS 系統中。

如果想要再進一步瞭解 QPSK 直接序列展頻系統的運作情形，讀者可以試著自行畫出【圖 3.2】中訊號的時域波形圖與【圖 3.1】、【圖 3.2】中訊號的 PSD 圖形。這個工作可以當作本章的一個習題來做。

## 射频和天线设计培训课程推荐

易迪拓培训([www.edatop.com](http://www.edatop.com))由数名来自于研发第一线的资深工程师发起成立,致力并专注于微波、射频、天线设计研发人才的培养;我们于 2006 年整合合并微波 EDA 网([www.mweda.com](http://www.mweda.com)),现已发展成为国内最大的微波射频和天线设计人才培养基地,成功推出多套微波射频以及天线设计经典培训课程和 ADS、HFSS 等专业软件使用培训课程,广受客户好评;并先后与人民邮电出版社、电子工业出版社合作出版了多本专业图书,帮助数万名工程师提升了专业技术能力。客户遍布中兴通讯、研通高频、埃威航电、国人通信等多家国内知名公司,以及台湾工业技术研究院、永业科技、全一电子等多家台湾地区企业。

易迪拓培训课程列表: <http://www.edatop.com/peixun/rfe/129.html>



### 射频工程师养成培训课程套装

该套装精选了射频专业基础培训课程、射频仿真设计培训课程和射频电路测量培训课程三个类别共 30 门视频培训课程和 3 本图书教材;旨在引领学员全面学习一个射频工程师需要熟悉、理解和掌握的专业知识和研发设计能力。通过套装的学习,能够让学员完全达到和胜任一个合格的射频工程师的要求...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/rfe/110.html>

### ADS 学习培训课程套装

该套装是迄今国内最全面、最权威的 ADS 培训教程,共包含 10 门 ADS 学习培训课程。课程是由具有多年 ADS 使用经验的微波射频与通信系统设计领域资深专家讲解,并多结合设计实例,由浅入深、详细而又全面地讲解了 ADS 在微波射频电路设计、通信系统设计和电磁仿真设计方面的内容。能让您在最短的时间内学会使用 ADS,迅速提升个人技术能力,把 ADS 真正应用到实际研发工作中去,成为 ADS 设计专家...



课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/ads/13.html>



### HFSS 学习培训课程套装

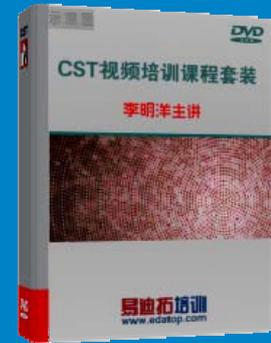
该套课程套装包含了本站全部 HFSS 培训课程,是迄今国内最全面、最专业的 HFSS 培训教程套装,可以帮助您从零开始,全面深入学习 HFSS 的各项功能和在多个方面的工程应用。购买套装,更可超值赠送 3 个月免费学习答疑,随时解答您学习过程中遇到的棘手问题,让您的 HFSS 学习更加轻松顺畅...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/hfss/11.html>

## CST 学习培训课程套装

该培训套装由易迪拓培训联合微波 EDA 网共同推出,是最全面、系统、专业的 CST 微波工作室培训课程套装,所有课程都由经验丰富的专家授课,视频教学,可以帮助您从零开始,全面系统地学习 CST 微波工作的各项功能及其在微波射频、天线设计等领域的设计应用。且购买该套装,还可超值赠送 3 个月免费学习答疑...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/cst/24.html>



## HFSS 天线设计培训课程套装

套装包含 6 门视频课程和 1 本图书,课程从基础讲起,内容由浅入深,理论介绍和实际操作讲解相结合,全面系统的讲解了 HFSS 天线设计的全过程。是国内最全面、最专业的 HFSS 天线设计课程,可以帮助您快速学习掌握如何使用 HFSS 设计天线,让天线设计不再难...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/hfss/122.html>

## 13.56MHz NFC/RFID 线圈天线设计培训课程套装

套装包含 4 门视频培训课程,培训将 13.56MHz 线圈天线设计原理和仿真设计实践相结合,全面系统地讲解了 13.56MHz 线圈天线的工作原理、设计方法、设计考量以及使用 HFSS 和 CST 仿真分析线圈天线的具体操作,同时还介绍了 13.56MHz 线圈天线匹配电路的设计和调试。通过该套课程的学习,可以帮助您快速学习掌握 13.56MHz 线圈天线及其匹配电路的原理、设计和调试...

详情浏览: <http://www.edatop.com/peixun/antenna/116.html>



### 我们的课程优势:

- ※ 成立于 2004 年,10 多年丰富的行业经验,
- ※ 一直致力并专注于微波射频和天线设计工程师的培养,更了解该行业对人才的要求
- ※ 经验丰富的一线资深工程师讲授,结合实际工程案例,直观、实用、易学

### 联系我们:

- ※ 易迪拓培训官网: <http://www.edatop.com>
- ※ 微波 EDA 网: <http://www.mweda.com>
- ※ 官方淘宝店: <http://shop36920890.taobao.com>