

و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه روزه برق و اشگاه زنجان و اشکده هندسی کروه برق آزمايگاه روزه برق آشگاه زنجان و اشکده هندسی

مہندسی کروہ برق آزمایشگاہ پروژہ برق و انشاہ زنجان و اشکده مهندسی کروہ برق آزمایشگاہ پروژہ برق و انشاہ زنجان و اشکده مهندسی

کروه برق آزمایشگاه بروزه برق و انجامات زنجان واشنگتندی کروه برق آزمایشگاه بروزه برق و انجامات زنجان واشنگتندی کروه

دانشگاه زنجان

# دانشکده مهندسی

## عنوان:

## مدولاسیون QAM و کاربردهای آن

پایان نامه دوره کارشناسی رشته برق - مخابرات

۱- تازه ایزیکاپ روزه ریق و اندیشه زنخان و آنکه ممکن که

اسناد راهنمایی: دکتر محمد مصطفوی

بهار ۹۶



و انشاه زنجان و اشکده همندی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاه زنجان و اشکده همندی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاه زنجان و اشکده همندی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاه زنجان

زنجان و اشکده همندی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاه زنجان و اشکده همندی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاه زنجان و اشکده همندی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاه زنجان

**((من لم يشك المخلوق لم يشك الخالق))**

با سپاس و تقدیر از سه وجود مقدس :

همندی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاه زنجان و اشکده همندی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاه زنجان و اشکده همندی آنان که ناتوان شدند تا ما به تواني ی برسیم ...

کروه برق آزمايگاه پوهايشان سپید شد تا ماروسفید شويم ... ق داشتند زنجان و اشکده همندی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاه زنجان و اشکده همندی کروه

برق آزمايگاه پروژه برق و اشکده همندی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاه زنجان و اشکده همندی کروه برق پدرانمان

آزمايگاه پروژه برق و اشکده همندی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاه زنجان و اشکده همندی کروه برق آزمايگاه پروژه برق مادرانمان

پروژه برق و استادانمان کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاه زنجان و اشکده همندی کروه برق آزمايگاه پروژه

شکر شایان ثار ایزد منان که توفيق را رفيق راهم ساخت تا اين پيان نامه را به پيان برسانم . از استاد فاضل و اندیشمند جناب آقای دکتر مصطفوی به عنوان استاد راهنمای نگارنده را

دانشاه زنجان و اشکده همندی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاه زنجان و اشکده همندی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاه

هم چنین از پدر و مادر عزيز ، دلسوز و مهربانم که دريای بي کران فداکاري و عشق بودند و وجودم

برايشان همه رنج و وجودشان برایم همه مهر بود و آرامش روحی و آسایش فكري بند را فراهم

و اشکده همندی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاه زنجان و اشکده همندی کروه برق آزمايگاه پروژه برق نمودند تا با حمایت های همه جانبه در محیطی مطلوب ، مراتب تحصیلی و نیز پيان نامه درسی را

همندی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاه زنجان و اشکده همندی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاه زنجان و اشکده همندی

به نحو احسن به اتمام برسانم سپاسگزاری نمایم .

کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاه زنجان و اشکده همندی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاه زنجان و اشکده همندی کروه برق

برق آزمايگاه پروژه برق و انشاه زنجان و اشکده همندی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاه زنجان و اشکده همندی کروه برق

آزمايگاه پروژه برق و انشاه زنجان و اشکده همندی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاه زنجان و اشکده همندی کروه برق

پروژه برق و انشاه زنجان و اشکده همندی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاه زنجان و اشکده همندی کروه برق

برق و انشاه زنجان و اشکده همندی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاه زنجان و اشکده همندی کروه برق

دانشاه زنجان و اشکده همندی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاه زنجان و اشکده همندی کروه برق آزمايگاه پروژه برق

دانشاه زنجان و اشکده همندی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاه زنجان و اشکده همندی کروه برق آزمايگاه پروژه برق

زنجان و اشکده همندی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاه زنجان و اشکده همندی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاه

زنجان و اشکده همندی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاه زنجان و اشکده همندی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاه



دانشگاه زنجان و ایجاده مهندسی کروه برق آزمایشگاه پژوهه برق دانشگاه زنجان و ایجاده مهندسی کروه برق آزمایشگاه پژوهه برق دانشگاه زنجان و ایجاده مهندسی کروه برق آزمایشگاه پژوهه برق دانشگاه زنجان

دانشگاه زنجان و ایجاده مهندسی کروه برق آزمایشگاه پژوهه برق دانشگاه زنجان و ایجاده مهندسی کروه برق آزمایشگاه پژوهه برق دانشگاه زنجان و ایجاده مهندسی کروه برق آزمایشگاه پژوهه برق دانشگاه زنجان

۱۳-۱ شبیه سازی با دیتا های پروژه ..... ۴۶  
۱۴-۱ شبیه سازی QAM4 ..... ۴۷

فصل دوم: مودم های QAM برای کانال های awgn باند محدود ..... ۴۸

۱-۲ مقدمه ..... ۴۹  
۱-۱-۲ کد گذاری ترلیس ..... ۵۰

۲-۲ مودم v.29 ..... ۵۱  
۳-۲ سیگنال کمکی ..... ۵۶

۴-۲ عمل scrambling و descrambling ..... ۵۹

۱-۴-۲ مدار scrambler ..... ۶۰  
۲-۴-۲ مدار descrambler ..... ۶۰

۵-۲ مودم های v.32 ..... ۶۰  
۱-۵-۲ ارسال با QAM16 ..... ۶۰

۶-۲ ۲-۵-۲ کد گذاری ترلیس QAM32 ..... ۶۲

۷-۲ فصل سوم: OFDM ..... ۶۶  
۱-۳ مقدمه ..... ۶۷

۸-۳ ۲-۳ اصول QAM OFDM ..... ۶۹

۹-۳ ۳-۳ مدولاسیون با استفاده از IFFT ..... ۷۳

۱۰-۳ ۴-۳ انتقال دیتا با استفاده از کانال های باند محدود ..... ۸۰

۱۱-۳ منابع و مأخذ ..... ۸۲

برق آزمایشگاه پژوهه برق دانشگاه زنجان و ایجاده مهندسی کروه برق آزمایشگاه پژوهه برق دانشگاه زنجان و ایجاده مهندسی کروه برق

آزمایشگاه پژوهه برق دانشگاه زنجان و ایجاده مهندسی کروه برق آزمایشگاه پژوهه برق دانشگاه زنجان و ایجاده مهندسی کروه برق

آزمایشگاه پژوهه برق دانشگاه زنجان و ایجاده مهندسی کروه برق آزمایشگاه پژوهه برق دانشگاه زنجان و ایجاده مهندسی کروه برق

پژوهه برق دانشگاه زنجان و ایجاده مهندسی کروه برق آزمایشگاه پژوهه برق دانشگاه زنجان و ایجاده مهندسی کروه برق

برق دانشگاه زنجان و ایجاده مهندسی کروه برق آزمایشگاه پژوهه برق دانشگاه زنجان و ایجاده مهندسی کروه برق

دانشگاه زنجان و ایجاده مهندسی کروه برق آزمایشگاه پژوهه برق دانشگاه زنجان و ایجاده مهندسی کروه برق

دانشگاه زنجان و ایجاده مهندسی کروه برق آزمایشگاه پژوهه برق دانشگاه زنجان و ایجاده مهندسی کروه برق

دانشگاه زنجان و ایجاده مهندسی کروه برق آزمایشگاه پژوهه برق دانشگاه زنجان و ایجاده مهندسی کروه برق

زنجان و ایجاده مهندسی کروه برق آزمایشگاه پژوهه برق دانشگاه زنجان و ایجاده مهندسی کروه برق آزمایشگاه پژوهه برق دانشگاه زنجان

بر روی سیگنال معمولاً فرکانس بالاتری به منظور افزایش برد سیگنال و بهره وری انتقال و استفاده بهتر از پهنای باند کanal. در مدولاسیون یکی از خواص سیگنال حامل (مثلًا دامنه،

فرکانس، فاز یا ...) با توجه به تغییرات سیگنال پیام تغییر داده می‌شوند. به طور کلی فرایند گنجاندن سیگنال حاوی اطلاعات در سیگنالی دیگر را مدولاسیون می‌نامند. همچنین اخذ سیگنال حاوی اطلاعات، دمودولاسیون نام دارد. از نظر این دو مفهوم، نام دارای دو کاواه است.

خاصی قرارمی گیرد .مسافت انتقال پیام (که در فرکانس‌های پایین کم است) افزوده میشود.اگر درن و انشا

کانال مخابراتی شامل فضای آزاد باشد در این صورت برای انتشار و دریافت سیگنال آنتن‌هایی مورد نیاز است طول این آنتن‌ها متناسب با طول موج سیگنال فرستاده شده است. بسیاری از سیگنال‌های صوتی دارای مولفه فرکانسی ۱۰۰ هرتز یا پایین‌تر هستند. برای ارسال این سیگنال‌ها

جندی کروهی اگر سیگنال مستقیماً انتشار یابد به آنthen هایی با طول حدود ۳۰۰ کیلومتر نیاز است. اما اگر از

مدولاسیون برای سوار کردن سیگنال بر روی یک فرکانس حامل صد مگاهرتز استفاده کنیم در مهندسی کرومه این صورت طول آنتن‌ها حدود یک متر خواهد بود.

فصل اول:

# مدوّلاسيون QAM

## **۱- انواع مدولاسیون** گشته مهندسی کروه برق آرنایکا روزه برق و انشاگاه زنجان و اشکده مهندسی کروه برق آرنایکا روزه برق و انشاگاه زنجان و اشکده

مدولاسیون انواع مختلفی دارد. همچنین مدولاسیون به انواع آنالوگ و دیجیتال هم تقسیم

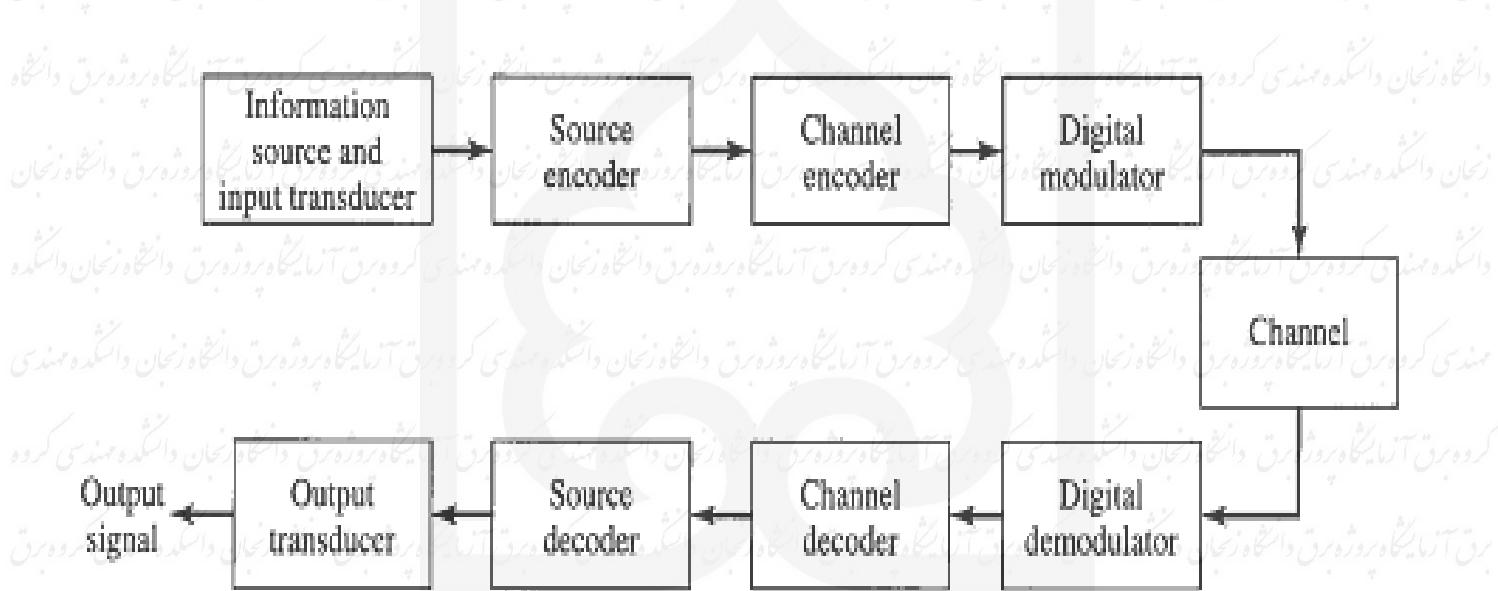
می‌شود. برای اشاره به مدل‌اسیون‌های دیجیتال بیشتر از اصطلاح کلیدزنی (Keying) استفاده کرد.

برق آزمایشگاه پروره بیان و اسکلهه زنجان و اسکلهه هندسی کرومه رق آزمایشگاه پروره برق نیزهه زنجان و اسکلهه هندسی کرومه برق دانشگاه زنجان دانشگاهه هندسی کرومه برق می شود.

که ما با تشریح مدولاسیون های دیجیتال میپردازیم و سپس به صورت تخصصی تر به آنها پرداخته و بررسی کنیم.

مدو لا سیون (Mallow) می پردازیم.

## ۲-۱ شکل کلی یک سیستم مخابراتی دیجیتال



[1] شکل کلی یک سیستم مخابراتی آزمایشگاه پژوهشی از جان و اسکلهه زنجان

دقت شود که در قسمت information source and input transducer دیتا های

پروژه دیجیتال وارد این سیستم مخابراتی میشوند و اگر دیتا ها پیوسته باشند یک مبدل آنالوگ به

**برق و انجام زنجان دیجیتال قرار داده میشود** برق و انجام زنجان و اسکده هندسی کروه برق آزمایشگاه پروه برق و انجام زنجان و اسکده هندسی کروه برق آزمایشگاه پروه برق

دانشگاه زنجان و اکنون حال به اختصار وظایف هر کدام از بلوک ها را بیان میکنیم:

## **۱-۲-۱ بخش فرستنده**

منبعی که در آن متن و مکالمه می‌باشد (Source encoder).

میباشد و دو روش دارد: ۱) کدینگ با طول ثابت ۲) کدینگ با طول متغیر

(کد کنندهٔ کانال): کد کنندهٔ کانال به گیرنده کمک می‌کند تا بتواند

خطای ناشی از نویز کانال را تشخیص دهد و یا حتی تصحیح کند Modulator (مدولاتور): وظیفه

از این‌جا پروردگاری آن قرار دادن دیتای دیجیتال بر روی شکل موج‌های آنالوگ است.

**۲-۱ کanal** برق آنایاگاه پروژه برق و انشاده زنجان و اسکله همندی کروه برق آنایاگاه پروژه برق و انشاده زنجان و اسکله همندی کروه برق آنایاگاه پروژه

محیط فیزیکی واسط بین فرستنده و گیرنده کانال نامیده میشود. مثل سیم و کابل کواکسیال و کابل پروژه بر

### **۱-۲-۳ بخش گیرنده زنجان و اشکده هندسی کروهبرن آذربایجان و اشکده هندسی کروهبرن آذربایجان**

در بخش گیرنده عکس اعمال انجام شده در فرستنده انجام میشود

۳-۱ مدل‌های دیجیتال

ابتدا به طرح و بررسی انواع مدل‌های دیجیتال می‌پردازیم

**هر نوع مدولاسیون شامل باینری و M سطحی میباشد**

### **۱-۳-۱ مدولاسیون دامنه (ASK)**

شکل سیگنالی ما در این مدولاسیون کمی شبیه به مدولاسیون AM میباشد

$$S(t) = \frac{A}{2} [1 + b(t)] \cos(\omega_c t) \quad (1-3-1)$$

$$b(t) = \sum a_k p(t - kT_b) \quad (1-3-1-2)$$

$$\text{if } \text{data} = 1 \rightarrow \rightarrow a_k = 1 \rightarrow \rightarrow s(t) = A \cos(\omega_c t) \quad (1-3-1-3)$$

و انشاه زنجان و اشکه زنجان و اشکه هندی کروزه رن آن داشتند (1-3-1-4) if data=0 → → →  $a_k = -1 \rightarrow \rightarrow s(t) = 0$

برق و انجام زیستی که در میان این دو نوع آشکار ساز هم زمانی است. این دو نوع آشکار ساز معمولاً میان این دو نوع آشکار ساز هم زمانی است. این دو نوع آشکار ساز معمولاً میان این دو نوع آشکار ساز هم زمانی است. این دو نوع آشکار ساز معمولاً میان این دو نوع آشکار ساز هم زمانی است.

یکی از عیب‌های مهم این مدولاسیون این است که مرز تصمیم در آشکار سازیه دامنه‌ی سیگنال داشته باشد. دریافتی وابسته است. و این موضوع مدولاسیون را به مسیر وابسته می‌کند.

**۲-۳-۱ مدولاسیون MASK**

از زایلگاه روزه برق کروه برق آزمایشگاه روزه برق و انشکاه زنجان والشکده هندسی کروه برق آزمایلگاه روزه برق و انشکاه زنجان والشکده هندسی کروه برق  $s_k(t) = A_k \cos(\omega_c t)$  (1-3-2-1)

$$p_e = 2\left(1 - \frac{1}{M}\right)Q\left(\sqrt{\frac{6 \cdot p_R \cdot T_b \log_2 M}{N_0 \cdot (M^2 - 1)}}\right) \quad (1-3-2-3)$$

## ۳-۳-۱ مدولاسیون FSK

شکل سیگنال به صورت زیر است: پروژه برتر از شاهزاده زنجان و اسکده هندسی کروه برق

$$s(t) = \frac{A}{2} [1 + b(t)] \cos(\omega_1 t) + \frac{A}{2} [1 - b(t)] \cos(\omega_2 t) \quad (1-3-1)$$

$$b(t) = \sum a_k p(t-kT_b) \quad (1-3-3-2)$$

برق و انگاههای پرورشی برق و انگاههای زنجان (1-۳-۳) if data=1  $\rightarrow a_k = 1 \rightarrow s(t) = A \cos(\omega_1 t)$

$$\text{if } \text{data}=0 \rightarrow a_k = -1 \rightarrow s(t)=A\cos(\omega_2 t) \quad (1-3-3-4)$$

طیف توان سگنال برابر است با:  $\text{زنجان} \times \text{اکنده} \times \text{همندی}$

$$s_s(f) = \frac{A^2}{16} [\delta(f - f_1) + \delta(f + f_1) + T_b \text{sinc}^2(f - f_1)T_b + T_b \text{sinc}^2(f +$$

محدودی کروه برق آزمایشگاه پژوهه برق و انتشاره زنجان و اندکه محدودی کروه برق آزمایشگاه پژوهه برق و انتشاره زنجان و اندکه محدودی کروه برق آزمایشگاه پژوهه برق و اندکه محدودی  $f_1(T_b)$

$$+ \delta(f - f_2) + \delta(f + f_2) + T_b \text{sinc}^2(f - f_2)T_b + T_b \text{sinc}^2(f + f_2)T_b]$$

**(1-3-5) برق آنلاین پروژه برق** و **انگلیو هندزی کمپونیت آنلاین پروژه برق** و **انگلیو هندزی پروژه برق** و **انگلیو هندزی زنجان** و **انگلیو هندزی کمپونیت**

آزادگان پروره برق پهنه‌ای باند بین مقادیر زیر است: پروره برق، انسانگاه زنجان و انسانگاه مهندسی کروه برق، آزادگان پروره برق، انسانگاه زنجان و انسانگاه مهندسی کروه برق

$$2.5r_b \leq B \leq 4r_b \quad (1-3-6)$$

$$p_e = Q \left( \sqrt{\frac{p_R \cdot T_b}{N_0}} \right) \quad (1-3-7)$$

برای این مدولاسیون به مانند مدولاسیون دامنه دو روش آشکار سازی همزمانی و رو پوش را

به علاوه اینکه مشکل وابستگی مرز تصمیم به دامنه سیگنال دریافتی که در مدولاسیون دامنه وجود داشت در این مدولاسیون حل شده است.

### ۱-۳-۴ مدولاسیون فرکانس MFSK

برق و انجمنه زنجان در این مدلولاسیون برای ارسال دیتا از چند فرکانس استفاده میشود در حالی که در بازنی تنها

از دو فرکانس استفاده میشود. ضمناً این فرکانس ها را معمولاً متعامد انتخاب میکنند.

زنجان دانشگاه مهندسی کروه برق آزمایشگاه پژوهشی و انتخاه زنجان دانشگاه مهندسی کروه برق آزمایشگاه پژوهشی و انتخاه زنجان دانشگاه زنجان دانشگاه زنجان

$$s_M(t) = A \cos(\omega_M t) \quad (1-3-4-1)$$

پهناى باند:

$$B = \frac{(M+3)r_s}{2} \quad (1-3-4-2)$$

پس یعنی هر چه تعداد سطوح بیشتر شود پهنانی باند هم بیشتر میشود

$$p_e = (M - 1)Q(\sqrt{\frac{p_{R,T_s}}{N_0}}) \quad (1-3-4-3)$$

دانشجویان محترم:

مأخذ و مراجع

- [1] communication system engineering, john G proakis,masoud salehi
  - [2] quadrature amplitude modulation: from basics to adaptive trellis-coded, turbo-equalised and space-time coded ofdm, cdma and mc-cdma systems by l. hanzo, s.x. ng, t. keller, w.t. webb
  - [3] quadrature amplitude modulation: from basics to adaptive trellis-coded, turbo-equalised and space-time coded ofdm, cdma and mc-cdma systems by l. hanzo, s.x. ng, t. keller, w.t. webb
  - [4] Simulation of Quadrature Amplitude Demodulation in a Digital Telemetry System by Heather A. Campbell
  - [5] Simulation of Quadrature Amplitude Demodulation in a Digital Telemetry System by Heather A. Campbell
  - [6] quadrature amplitude modulation: from basics to adaptive trellis-coded, turbo-equalised and space-time coded ofdm, cdma and mc-cdma systems by l. hanzo, s.x. ng, t. keller, w.t. webb
  - [7] Samueli, Henry. "A Closer Look at QAM." Electronic Design. November 7, 1994.
  - [8] quadrature amplitude modulation: from basics to adaptive trellis-coded, turbo-equalised and space-time coded ofdm, cdma and mc-cdma systems by l. hanzo, s.x. ng, t. keller, w.t. webb
  - [9] quadrature amplitude modulation: from basics to adaptive trellis-coded, turbo-equalised and space-time coded ofdm, cdma and mc-cdma systems by l. hanzo, s.x. ng, t. keller, w.t. webb
  - [10] Simulation of Quadrature Amplitude Demodulation in a Digital Telemetry System by Heather A. Campbell
  - [11] Simulation of Quadrature Amplitude Demodulation in a Digital Telemetry System by Heather A. Campbell

## [12] Simulation of Quadrature Amplitude Demodulation in a

## Digital Telemetry System by Heather A. Campbell

[13] Simulation of Quadrature Amplitude Demodulation in a Digital Telemetry System by Heather A. Campbell

[14] Simulation of Quadrature Amplitude Demodulation in a Digital Telemetry System by Heather A. Campbell

[15] Simulation of Quadrature Amplitude Demodulation in a

# Digital Telemetry System by Heather A. Campbell

[16] Simulation of Quadrature Amplitude Demodulation in a Digital Telemetry System by Heather A. Campbell

[17] Simulation of Quadrature Amplitude Demodulation in a Digital Telemetry System by Heather A. Campbell

[18] Simulation of Quadrature Amplitude Demodulation in a

## Digital Telemetry System by Heather A. Campbell

[19] Simulation of Quadrature Amplitude Demodulation in a Digital Telemetry System by Heather A. Campbell

[20] Simulation of Quadrature Amplitude Demodulation in a Digital Telemetry System by Heather A. Campbell

## [21] Simulation of Quadrature Amplitude Demodulation in a

## Digital Telemetry System by Heather A. Campbell

## [22] Simulation of Quadrature Amplitude Demodulation in a Digital Telemetry System by Heather A. Campbell

[23] Simulation of Quadrature Amplitude Demodulation in a Digital Telemetry System by Heather A. Campbell

## [24] Simulation of Quadrature Amplitude Demodulation in a

## Digital Telemetry System by Heather A. Campbell

دانشگاه زنجان و ائمده‌هندی کروه برق آزمایشگاه پژوهه برق دانشگاه زنجان و ائمده‌هندی کروه برق آزمایشگاه پژوهه برق دانشگاه زنجان و ائمده‌هندی کروه برق آزمایشگاه پژوهه برق دانشگاه زنجان و ائمده‌هندی کروه برق آزمایشگاه پژوهه برق دانشگاه زنجان

زنجان و ائمده‌هندی کروه برق آزمایشگاه پژوهه برق دانشگاه زنجان و ائمده‌هندی کروه برق آزمایشگاه پژوهه برق دانشگاه زنجان و ائمده‌هندی کروه برق آزمایشگاه پژوهه برق دانشگاه زنجان

[25] **Simulation of Quadrature Amplitude Demodulation in a Digital Telemetry System by Heather A. Campbell**

[26] **Simulation of Quadrature Amplitude Demodulation in a Digital Telemetry System by Heather A. Campbell**

[27] **Simulation of Quadrature Amplitude Demodulation in a Digital Telemetry System by Heather A. Campbell**

[28] **Simulation of Quadrature Amplitude Demodulation in a Digital Telemetry System by Heather A. Campbell**

[29] **Simulation of Quadrature Amplitude Demodulation in a Digital Telemetry System by Heather A. Campbell**

[30] quadrature amplitude modulation: from basics to adaptive trellis-coded, turbo-equalised and space-time coded ofdm, cdma and mc-cdma systems by l. hanzo, s.x. ng, t. keller, w.t. webb

[31] quadrature amplitude modulation: from basics to adaptive trellis-coded, turbo-equalised and space-time coded ofdm, cdma and mc-cdma systems by l. hanzo, s.x. ng, t. keller, w.t. webb

[32] quadrature amplitude modulation: from basics to adaptive trellis-coded, turbo-equalised and space-time coded ofdm, cdma and mc-cdma systems by l. hanzo, s.x. ng, t. keller, w.t. webb

[33] quadrature amplitude modulation: from basics to adaptive trellis-coded, turbo-equalised and space-time coded ofdm, cdma and mc-cdma systems by l. hanzo, s.x. ng, t. keller, w.t. webb

[34] quadrature amplitude modulation: from basics to adaptive trellis-coded, turbo-equalised and space-time coded ofdm, cdma and mc-cdma systems by l. hanzo, s.x. ng, t. keller, w.t. webb

[35] quadrature amplitude modulation: from basics to adaptive trellis-coded, turbo-equalised and space-time coded ofdm, cdma and mc-cdma systems by l. hanzo, s.x. ng, t. keller, w.t. webb

[36] quadrature amplitude modulation: from basics to adaptive trellis-coded, turbo-equalised and space-time coded ofdm, cdma and mc-cdma systems by l. hanzo, s.x. ng, t. keller, w.t. webb

زنجان و ائمده‌هندی کروه برق آزمایشگاه پژوهه برق دانشگاه زنجان و ائمده‌هندی کروه برق آزمایشگاه پژوهه برق دانشگاه زنجان و ائمده‌هندی کروه برق آزمایشگاه پژوهه برق دانشگاه زنجان

دانشگاه زنجان و اکنونه مهندسی کروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان و اکنونه مهندسی کروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان و اکنونه مهندسی کروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان

زنجان و اکنونه مهندسی کروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان و اکنونه مهندسی کروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان و اکنونه مهندسی کروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان

[37] quadrature amplitude modulation: from basics to adaptive trellis-coded, turbo-equalised and space-time coded ofdm, cdma and mc-cdma systems by l. hanzo, s.x. ng, t. keller, w.t. webb

[38] quadrature amplitude modulation: from basics to adaptive trellis-coded, turbo-equalised and space-time coded ofdm, cdma and mc-cdma systems by l. hanzo, s.x. ng, t. keller, w.t. webb

[39] quadrature amplitude modulation: from basics to adaptive trellis-coded, turbo-equalised and space-time coded ofdm, cdma and mc-cdma systems by l. hanzo, s.x. ng, t. keller, w.t. webb

[40] quadrature amplitude modulation: from basics to adaptive trellis-coded, turbo-equalised and space-time coded ofdm, cdma and mc-cdma systems by l. hanzo, s.x. ng, t. keller, w.t. webb

[41] quadrature amplitude modulation: from basics to adaptive trellis-coded, turbo-equalised and space-time coded ofdm, cdma and mc-cdma systems by l. hanzo, s.x. ng, t. keller, w.t. webb

[42] quadrature amplitude modulation: from basics to adaptive trellis-coded, turbo-equalised and space-time coded ofdm, cdma and mc-cdma systems by l. hanzo, s.x. ng, t. keller, w.t. webb

[43] quadrature amplitude modulation: from basics to adaptive trellis-coded, turbo-equalised and space-time coded ofdm, cdma and mc-cdma systems by l. hanzo, s.x. ng, t. keller, w.t. webb

[44] quadrature amplitude modulation: from basics to adaptive trellis-coded, turbo-equalised and space-time coded ofdm, cdma and mc-cdma systems by l. hanzo, s.x. ng, t. keller, w.t. webb

[45] quadrature amplitude modulation: from basics to adaptive trellis-coded, turbo-equalised and space-time coded ofdm, cdma and mc-cdma systems by l. hanzo, s.x. ng, t. keller, w.t. webb

[46] quadrature amplitude modulation: from basics to adaptive trellis-coded, turbo-equalised and space-time coded ofdm, cdma and mc-cdma systems by l. hanzo, s.x. ng, t. keller, w.t. webb

[47] quadrature amplitude modulation: from basics to adaptive trellis-coded, turbo-equalised and space-time coded ofdm, cdma and mc-cdma systems by l. hanzo, s.x. ng, t. keller, w.t. webb

دانشگاه زنجان و اکنونه مهندسی کروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان و اکنونه مهندسی کروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان و اکنونه مهندسی کروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان

زنجان و اکنونه مهندسی کروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان و اکنونه مهندسی کروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان و اکنونه مهندسی کروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان