



مؤسسه فرهنگی هنری
دبیاگران تهران

به نام خدا



مؤسسه فرهنگی هنری
دبیاگران تهران

اصول سلسله مراتب دیجیتال همزمان

نویسنده:

راجش کومارجین

مترجم:

مهندس مهدی نیکنام



هرگونه چاپ و تکثیر از محتویات این کتاب بدون اجازه کتبی ناشر ممنوع است. متخلفان به موجب قانون حمایت حقوق مؤلفان، مصنفان و هنرمندان تحت پیگرد قانونی قرار می گیرند.

◀ عنوان کتاب: اصول سلسله مراتب دیجیتال همزمان

◀ مترجم: مهندس مهدی نیکنام

◀ ناشر: موسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران

◀ نوبت چاپ: اول

◀ تاریخ نشر: ۱۳۹۸

◀ چاپ و صحافی: درج عقیق

◀ تیراژ: ۱۰۰ جلد

◀ قیمت: ۱۳۰۰۰۰۰ ریال

◀ شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۲۱۸-۱۳۰-۷

◀ نشانی واحد فروش: تهران، میدان انقلاب،

خ کارگر جنوبی، روبروی پاساژ مهستان،

پلاک ۱۲۵۱

تلفن: ۲۲۰۸۵۱۱۱-۶۶۴۱۰۰۴۶

◀ فروشگاههای اینترنتی دیباگران تهران :

WWW.MFTBOOK.IR

www.dibagarantehran.com

www.mftdibagaran.ir

◀ نشانی تلگرام: @mftbook

سرشناسه: جین، راجیش کومار Jain, Rajesh Kumar
عنوان و نام پدیدآور: اصول سلسله مراتب دیجیتال
همزمان/نویسنده: راجش کومار جین، مترجم: مهدی نیکنام.
مشخصات نشر: تهران: دیباگران تهران: ۱۳۹۸
مشخصات ظاهری: ۵۱۰ ص: مصور،
شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۲۱۸-۱۳۰-۷
وضعیت فهرست نویسی: فیبا
یادداشت: عنوان اصلی:
principles of synchronous digital hierarchy ۲۰۱۳
یادداشت: کتابنامه
موضوع: سلسله مراتب رقمی سنکرون
موضوع: synchronous digital hierarchy data transmission
رده بندی کنگره: ۱۳۹۸ الف ۶ ج ۹/۴۲/۵۱۰ TK
رده بندی دیویی: ۶۱۰۰۴
شماره کتابشناسی ملی: ۵۴۳۸۴۱۹

اپلیکیشن دیباگران تهران را از سایت های اینترنتی دیباگران دریافت نمایید.

مقدمه ناشر	۱۰
مقدمه نویسنده	۱۱

فصل اول

۱. مقدمه	۱۳
۱.۱ من و تو	۱۴
۲.۱ آقای واتسون بیا اینجا می خوام بینمت	۱۴
۳.۱ تکنولوژی تلفن	۱۵
۴.۱ مراکز تلفن	۱۸
۵.۱ ارتباط راه دور	۱۸
۶.۱ نیاز به مالتی پلکس کردن	۱۸
۷.۱ تکنیک های مالتی پلکس کردن	۱۸
۸.۱ ساختار مالتی پلکس FDM	۲۰
۹.۱ ظرفیت سیستم های مالتی پلکس آنالوگ	۲۱
۱۰.۱ مالتی پلکس دیجیتال	۲۳

فصل دوم

۲. مزایای تکنولوژی دیجیتال	۲۹
۱.۲ سیستم های ارتباط آنالوگ	۲۹
۲.۲ مشکلات سیستم های ارتباط آنالوگ	۳۰
۳.۲ چه اقداماتی برای رفع این مشکل صورت گرفته است	۳۹
۴.۲ مزیت های دیجیتال	۴۰
۵.۲ سیگنال دیجیتال	۴۰
۶.۲ پردازش سیگنال دیجیتال	۴۱
۷.۲ ظرفیت کانال در تکنولوژی دیجیتال	۴۳
۸.۲ مزایای تکنولوژی	۴۴

۴۶	۹.۲ مشکلات تکنولوژی دیجیتال
----	-----------------------------

فصل سوم

۵۱	۳. تبدیل آنالوگ به دیجیتال و اصول TDM
۵۱	۱.۳ سیگنال های آنالوگ و دیجیتال
۵۴	۲.۳ تئوری نمونه برداری
۵۶	۳.۳ مدولاسیون پالس (آنالوگ)
۵۸	۴.۳ مدولاسیون کد پالس دیجیتال PCM
۶۴	۵.۳ سایر مدولاسیون های دیجیتال
۶۶	۶.۳ تبدیل D/A و A/D
۶۹	۷.۳ مالتی پلکس تقسیم زمانی

فصل چهارم

۷۸	۴. کد گذاری خطی و مدولاسیون دیجیتال
۷۹	۱.۴ عوامل موثر در انتخاب کد گذاری
۸۷	۲.۴ انواع کد خط
۹۳	۳.۴ تکنیک های مدولاسیون دیجیتال
۱۰۱	۴.۴ تعبیر دیگری از بهبود محتوی زمانی

فصل پنجم

۱۱۱	۵. کلاک
۱۱۱	۱.۵ کلاک چیست؟
۱۱۱	۲.۵ اهمیت کلاک
۱۱۳	۳.۵ شکل موج کلاک
۱۱۴	۴.۵ انواع کلاک
۱۱۷	۵.۵ دقت کلاک مورد نیاز در سیستم های ارتباطی

فصل ششم

۱۲۲	۶. اختلال سیگنال، تشخیص و تصحیح خطا
۱۲۳	۱.۶ انواع اختلال سیگنال
۱۲۳	۲.۶ تضعیف
۱۲۴	۳.۶ اعوجاج
۱۲۴	۴.۶ ISI (Intersymbol Interference)
۱۲۸	۵.۶ Jitter and Wander
۱۳۷	۶.۶ دیاگرام چشمی
۱۳۸	۷.۶ تشخیص خطا
۱۴۱	۸.۶ تصحیح خطا
۱۴۳	۹.۶ عملکرد لینک
۱۴۶	۱۰.۶ نیازمندی عملکرد لینک

فصل هفتم

۱۵۲	۷. همزمانی
۱۵۳	۱.۷ مراحل هم زمانی
۱۶۱	۲.۷ سیستم های هم زمان در مقابل غیر هم زمان
۱۶۲	۳.۷ شبکه هم زمان
۱۶۵	۴.۷ شبکه های نیمه هم زمان
۱۶۶	۵.۷ Slips
۱۶۷	۶.۷ حافظه Elastic و Slips های کنترل شده
۱۶۹	۷.۷ هم زمانی خط در مقابل هم زمانی شبکه ها
۱۷۰	۸.۷ انواع هم زمانی شبکه ها
۱۷۲	۹.۷ Pseudo Synchronization
۱۷۵	۱۰.۷ مهندسی هم زمانی شبکه (طراحی یک شبکه هم زمان)

فصل هشتم

۱۹۰	۸. سلسله مراتب دیجیتال نیمه هم زمان
-----	-------------------------------------

۱۹۱	Pulse Code Modulation	۱.۸
۱۹۶	مالتی پلکس سطح بالا / مالتی پلکس سلسله مراتبی	۲.۸
۲۱۱	مالتی پلکس E3	۳.۸
۲۱۴	مالتی پلکس E4	۴.۸
۲۱۸	نرخ بیت های بالا تر	۵.۸
۲۱۸	مراحل فریم گذاری، داده فرعی OH، بیت های داده	۶.۸
۲۱۹	سلسله مراتب PDH در آمریکای شمالی	۷.۸
۲۲۰	انواع کد گذاری خط	۸.۸
۲۲۱	هم زمانی در PDH	۹.۸
۲۲۶	مالتی پلکس هم زمان و غیر هم زمان	۱۰.۸
۲۲۸	Skip Multiplexers	۱۱.۸

فصل نهم

۲۳۵	آلارم های نگهداری PDH	۱.۹
۲۳۵	انواع آلارم ها	۱.۹
۲۳۶	Loss of Signal	۲.۹
۲۳۷	Loss of Frame	۳.۹
۲۳۹	Alarm Indication Signal	۴.۹
۲۴۰	Remote Defect Indication	۵.۹
۲۴۱	تعیین موقعیت خطا	۶.۹
۲۴۱	Loss of Multiframe Alignment	۷.۹
۲۴۲	Multiframe Alignment AIS	۸.۹
۲۴۳	همترازی مالتی فریم	۹.۹

فصل دهم

۲۵۱	Synchronous Digital Hierarchy	۱.۱۰
۲۵۱	مسیر تکامل SDH	۱.۱۰
۲۵۴	مزایای SDH	۲.۱۰

۲۵۶	۳.۱۰ هزینه ای که برای این مزایا باید پرداخت شود
۲۵۸	۴.۱۰ واحد انتقال هم‌زمان
۲۵۹	۵.۱۰ ساختار STM-1
۲۶۳	۶.۱۰ Container
۲۶۵	۷.۱۰ نگاشت
۲۶۶	۸.۱۰ کانتینر مجازی
۲۶۸	۹.۱۰ مسیر و بخش
۲۷۱	۱۰.۱۰ لایه های SDH
۲۷۱	۱۱.۱۰ واحد های فرعی
۲۷۲	۱۲.۱۰ ادامه مالتی پلکس
۲۷۸	۱۳.۱۰ مالتی پلکس سیگنال های مرتبه بالا PDH
۲۸۰	۱۴.۱۰ ساختار کامل مالتی پلکس SDH
۲۸۲	۱۵.۱۰ ساختار فریم STM-1
۲۸۳	۱۶.۱۰ پوینتر
۳۰۴	۱۷.۱۰ آرایش STM مرتبه بالا
۳۰۵	۱۸.۱۰ ساختار فریم STM های مرتبه بالا

فصل یازده

۳۱۳	۱۱. عملیات و نگهداری در SDH
۳۱۴	۱.۱۱ نظارت بر عملکرد
۳۲۲	۲.۱۱ یافتن خطا و برطرف کردن آن
۳۲۹	۳.۱۱ خلاصه ای از آلام ها و نشانه های SDH
۳۳۲	۴.۱۱ پارامترهای نظارت بر عملکرد
۳۳۴	۵.۱۱ وظائف سایر بایتهای OH
۳۳۷	۶.۱۱ خلاصه ای از بایتهای OH
۳۳۷	۷.۱۱ مدیریت شبکه در SDH

فصل دوازده

۳۵۵	..... ساختار SDH و مکانیسم حفاظتی
۳۵۶	..... ۱.۱۲ اجزای شبکه SDH
۳۵۹	..... ۲.۱۲ ساختارهای شبکه SDH
۳۶۱	..... ۳.۱۲ مسیر اصلی و پروتکشن
۳۶۱	..... ۴.۱۲ مزایای حلقه
۳۶۲	..... ۵.۱۲ طرح سوئیچینگ حفاظتی
۳۶۴	..... ۶.۱۲ Self-Healing Rings
۳۶۵	..... ۷.۱۲ انواع Automatic Protection Switching
۳۶۶	..... ۸.۱۲ MS Dedicated Ring Protection
۳۶۶	..... ۹.۱۲ MS Shared Ring Protection
۳۸۰	..... ۱۰.۱۲ سایر ویژگی‌های مهم سوئیچینگ پروتکشن
۳۸۴	..... ۱۱.۱۲ Subnetwork Connection Protection
۳۸۶	..... ۱۲.۱۲ مقایسه طرح‌های مختلف پروتکشن
۳۸۷	..... ۱۳.۱۲ اجرای پروتکشن در یک شبکه

فصل سیزده

۳۹۴	..... Data Over SDH . ۱۳
۳۹۵	..... ۱.۱۳ مشکلات انتقال دیتا بر روی SDH
۳۹۷	..... ۲.۱۳ Data as Payload
۳۹۸	..... ۳.۱۳ Concatenation
۴۰۰	..... ۴.۱۳ Contiguous Concatenation
۴۰۲	..... ۵.۱۳ نگاهت فریم ATM
۴۰۳	..... ۶.۱۳ نگاهت PPP، HDLC، اترنت، و IP LAPS
۴۰۵	..... ۷.۱۳ نقاط ضعف انتقال دیتا بر روی SDH

فصل چهاردهم

۴۱۰	..... ۱۴. سیستم‌های موجود و آینده SDH
۴۱۱	..... ۱۴.۱ زیرساختی برای اترنت

۴۱۳	.....	۲ مبارزه SDH
۴۱۴	.....	۳ نسل آینده SDH
۴۳۸	.....	۴ Resilient Packet Ring
۴۴۱	.....	۵ اجزای شبکه نسل جدید
۴۴۳	.....	۶ آینده از آن کدام یک است SDH یا شبکه های دیتا

فصل پانزدهم

۴۵۰	.....	۱۵ . بستر انتقال برای تکنولوژی های SDH، PDH و OFC
۴۵۰	.....	۱۰۱۵ انواع بستر انتقال PDH/SDH
۴۵۶	.....	۲۱۵ تکنولوژی ارتباط فیبر نوری
۴۶۸	.....	۳۱۵ شبکه های تمام نوری
۴۷۲	.....	۴۱۵ OFC Link Budget

فصل شانزدهم

۴۸۱	.....	۱۶ . مقدمه ای بر شبکه های انتقال نوری
۴۸۳	.....	۱۱۱۶ اصول OTH
۴۸۴	.....	۲۱۶ ساختار مالتی پلکس شبکه های انتقال نوری
۴۸۶	.....	۳۱۶ مالتی پلکس سلسله مراتب شبکه های انتقال نوری
۴۹۰	.....	۴۱۶ لایه های شبکه های انتقال نوری
۴۹۱	.....	۵۱۶ OTN Domain Interfaces
۴۹۱	.....	۶۱۶ مزایای شبکه های انتقال نوری
۴۹۴	.....	۷۱۶ ساختار فریم شبکه های انتقال نوری
۵۰۲	.....	۸۱۶ Forward Error Correction
۵۰۳	.....	۹۱۶ عملیات و نگهداری شبکه های انتقال نوری
۵۰۴	.....	۱۰۱۶ آینده شبکه های انتقال نوری

مقدمه ناشر

خط مشی کیفیت انتشارات مؤسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران در عرصه کتاب‌هایی است که بتواند خواسته‌های به روز جامعه فرهنگی و علمی کشور را تا حد امکان پوشش دهد.

حمد و سپاس ایزد منان را که با الطاف بی‌کران خود این توفیق را به ما ارزانی داشت تا بتوانیم در راه ارتقای دانش عمومی و فرهنگی این مرز و بوم در زمینه چاپ و نشر کتب علمی دانشگاهی، علوم پایه و به ویژه علوم کامپیوتر و انفورماتیک گام‌هایی هرچند کوچک برداشته و در انجام رسالتی که بر عهده داریم، مؤثر واقع شویم.

گسترده‌ی علوم و توسعه روزافزون آن، شرایطی را به وجود آورده که هر روز شاهد تحولات اساسی چشمگیری در سطح جهان هستیم. این گسترش و توسعه نیاز به منابع مختلف از جمله کتاب را به عنوان قدیمی‌ترین و راحت‌ترین راه دستیابی به اطلاعات و اطلاع‌رسانی، بیش از پیش روشن می‌نماید.

در این راستا، واحد انتشارات مؤسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران با همکاری جمعی از اساتید، مؤلفان، مترجمان، متخصصان، پژوهشگران، محققان و نیز پرسنل ورزیده و ماهر در زمینه امور نشر در صدد هستند تا با تلاش‌های مستمر خود برای رفع کمبودها و نیازهای موجود، منابعی پُر بار، معتبر و با کیفیت مناسب در اختیار علاقمندان قرار دهند.

کتابی که در دست دارید با همت "مهندس مهدی نیک‌نام" و تلاش جمعی از همکاران انتشارات میسر گشته که شایسته است از یکایک این گرامیان تشکر و قدردانی کنیم.

کارشناسی و نظارت بر محتوا: زهره قزلباش

در خاتمه ضمن سپاسگزاری از شما دانش‌پژوه گرامی درخواست می‌نماید با مراجعه به آدرس dibagaran.mft.info (ارتباط با مشتری) فرم نظرسنجی را برای کتابی که در دست دارید تکمیل و ارسال نموده، انتشارات دیباگران تهران را که جلب رضایت و وفاداری مشتریان را هدف خود می‌داند، یاری فرمایید.

امیدواریم همواره بهتر از گذشته خدمات و محصولات خود را تقدیم حضورتان نماییم.

مدیر انتشارات

مؤسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران

bookmarket@mft.info

دوستان عزیز!

من یک مهندس برق هستم. نزدیک به ده سال است در مدیریت مخابرات شرکت خطوط لوله و مخابرات نفت ایران مشغول به کار هستم. به اعتقاد من بهترین روش برای شروع یادگیری در هر زمینه ای دریافت مفاهیم اولیه و پایه است. به بیانی دیگر در صورتی که با آگرهای فراوان به کنکاش تمام جنبه های یک مسئله بپردازیم دریافت ماکامل تر و یافته ها ماندگارتر خواهد بود. در نیمه های راه فعالیتیم در شرکت نفت و با توجه به همین دیدگاه، تلاشی فردی برای درک نحوه عملکرد تجهیزات، ارتباط میان آنها و ساختار کلی شبکه ارتباط داخلی شرکت متبوعم را شروع کردم. به موجب فراوانی مراجع و گستردگی مطالب، مطالعات پراکنده و یادداشت برداری ها متعدد بود. ذهنم ساختار منسجم نداشت و همه چیز آن وسط پهن بود. تا اینکه به واسطه یکی از دوستان با کتاب راجش کومار آشنا شدم. مهندس راجش کومار چین مدیر بخش سیگنال و انتقال وزارت راه آه هند است و یکی از وزنه های سنگین در بخش ارتباطات محسوب میشود. در کنار مقالات علمی فراوان و تحقیقات عملی مفید و کارساز در زمینه سیگنالینگ و ارتباطات مخابراتی او عضو هیئت بازمینی سازمان بین المللی ITU-T نیز می باشد. خواندن چند فصل ابتدایی کتاب مرا مطمئن کرد که او نیز روزی (که به موجب ارتقا به پستی بالاتر ۷ ماه اوقات فراغت پیدا کرده) در همین مسیر قدم برداشته است.

اولین درسی که باید به خاطر بسپاریم این است: بدون داشتن درک درستی از PDH هرگز قادر به دریافت مفاهیم SDH نخواهیم بود. برای درک PDH باید در مورد HDB-3، کلاک، PCM، TDM و... بدانیم. پس یک فصل به توضیح در مورد این مطالب اختصاص داده شد. خطای بیت مهمترین معیار برای سنجش کیفیت یک سیگنال دیجیتال است. برای درک صحیح از خطای بیت و علت وقوع آن باید در مورد مشخصات بستر انتقال و اثرات مختلف آن اطلاعاتی کسب کنیم. به همین دلیل یک فصل را به مشخصات بستر انتقال و تاثیر آن بر کیفیت سیگنال اختصاص دادیم. ناگفته پیداست که حرفه ای های انتقال راه دور مخابراتی نباید از مبدل های آنالوگ به دیجیتال و برعکس غافل شوند به همین دلیل در فصلی مجزا به این مقوله پرداخته شده است. بحث مالتی پلکس دیجیتال بدون توجه به مفاهیم مالتی پلکس های آنالوگ اولیه مانند FDM کامل نخواهد شد به همین دلیل در یک فصل به مفهوم مالتی پلکس و مالتی پلکس آنالوگ پرداخته ایم. در ادامه و در فصولی مجزا به مفاهیم PDH و SDH نگاهی انداختیم. بحث مدیریت و نگهداری PDH از مفاهیم پایه در SDH است پس با من موافق هستید که باید در مورد آن نیز صحبت می شد. SDH از بسیاری پیشینیان خود از نظر ظرفیت، انعطاف پذیری و قابلیت های مدیریتی برتر است. توپولوژی های فراوانی در SDH قابل پیاده سازی است و این بحث به طور مختصر در قالب پروتکشن سوئیچ ها بیان شده است. رشد ترافیک دیتا در سالهای اخیر SDH را به سمت پیشرفت هایی سوق داده تا امکانات خود را بروز کند. در یک فصل در مورد قابلیت های جدید SDH به منظور کسب توانایی حمل دیتا و ارتقا به NG-SDH می پردازیم. در فصلی دیگر به

پیشرفت های صورت گرفته در زمینه بستر انتقال خواهیم پرداخت. در ادامه و به منظور پوشش جدیدترین تکنولوژی های موجود در دنیا OTN را زیر ذره بین برده ایم و یک فصل کامل در مورد آن صحبت خواهیم کرد. برای چاپ کتاب با مهندس راجش کومار در ارتباط بوده ام و ایشان مکاتبات خود با انتشارات CRC آمریکا در مورد چاپ ترجمه کتاب در ایران را برای من ارسال کردند اما در نهایت، به دلایل مختلف و علیرغم میل باطنی ماکسب مجوز امکان پذیر نشد.

ترجمه این کتاب دو بار به صورت دست نویس نوشته و مورد بازبینی قرار گرفته، همچنین در قسمت های مختلف، مطالبی برای درک بهتر مفاهیم به اصل کتاب اضافه شده است. در ادامه به ویراستاری حرفه ای سپرده شده و در نهایت صفحه آرائی با تجربه و کارآموده آن را به سرانجام رسانده است.

تمام تلاش این چند سال بر این بوده تا کتابی جامع برای یادگیری متخصصان فناوری ارتباطات مخابراتی فراهم آوریم. کارشناسانی که سالها از درس و دانشگاه فاصله گرفته اند با مطالعه این کتاب درکی عمیق در مورد انتقال دیجیتال پیدا کرده و نیاز آنها به منابع دیگر مرتفع می گردد.

این کتاب به زبانی ساده نوشته شده و درک آن آسان است اما عمیقا معتقدم متخصصین در کنار افراد تازه کار نفع خود را از مطالعه این کتاب به نسبت خواهند برد. سعی شده با تکرار مفاهیم به روش های مختلف برای خواننده درکی عمیق تر فراهم آوریم.

من بسیار مراقب بودم و حقیقتا وسواس فراوان به خرج دادم که تمام مطالب ارائه شده درست و معتبر بوده و متن دارای اشتباه تایپی نباشد. همچنین ویرایش متن، حرفه ای و مطابق استانداردهای چاپ باشد. اما در صورت وجود هرگونه اشکال، مراتب عذرخواهی خودم را از خواننده متخصص و حرفه ای کتاب ابراز میدارم. در تمام این ۳ سال لحظه های زیادی خسته از زمانهای طاقت فرسائی که برای ترجمه و تالیف این کتاب صرف می شد از خودم پرسیدم با چاپ این کتاب چه اتفاقی قرار است بیفتد؟ بی هدفی تاریکترین اطاق روح من است و این کتاب برای مدتی چراغ این اطاق را روشن نگه داشته است. آگاهی رمز اولیه هر تغییر سالم است. اگر در گذر زمان این کتاب برای مهندسین انتقال و مخابرات، دروازه ای باشد برای ورود به دنیای بی نهایت تکنولوژی های ارتباط راه دور، من توشه خود را از این وادی برداشته ام.

در پایان لازم میدانم از کلیه همکاران محترم به خصوص جناب آقای مهندس صداقتی معاونت محترم عملیات که مرا از نظرات خود آگاه کردند کمال تشکر را داشته باشم. خواهشمندم نقطه نظرات خود را با اینجانب از طریق پست الکترونیک Mehdi.Niknam87@Gmail.com در میان بگذارید.

" تقدیم به هر کسی که گم شده و راه خانه اش را پیدا نمی کند "