

第2章 EMCカリキュラムモデルの提案

第 2 章 EMC カリキュラムモデルの提案

昨年度，応用短期課程モデル教材（教材情報資料 No. 108）-EMC 技術とノイズ対策コース-では、在職者訓練にも対応できるように 12 時間、18 時間、24 時間コースの開発を行なった。この中では実際に活用できるように具体的な実習課題を提案してきた。今年度は昨年度に引き続き応用短期課程（企業人スクール）に対応した『実践 EMC 技術』におけるカリキュラムコースの提案を行う。また、本年度より ESD に関するコースが追加されより広義の EMC に対応できるものとなっている。

- ・ EMC とノイズ低減を考慮した電子回路設計・製作（60 時間）

ノイズ低減を考慮した電子回路の設計・製作を行い、設計段階からのノイズ低減方法を習得すると共にノイズ対策の必要性を認識する。

- ・ 実践方式で学ぶ高周波回路 & EMC 技術セミナー（60 時間）

高周波回路の設計手法及び測定技術を学び、次に EMC の規格・測定法について理解を深め、具体的な EMC 対策手法を習得する。

- ・ ESD による電子回路の誤動作（66 時間）

ESD の発生メカニズムを理解した後、ESD によって電子回路内に誤動作が発生するメカニズムとその対策を理解する。

- ・ ESD とノイズ（66 時間）

電子デバイス、電子機器の製造、実装に携わる方を対象として、ESD の発生メカニズムを理解し、ESD によって電子回路内に誤動作が発生するメカニズムを理解する。

- ・ 高周波機器設計と EMC 対策（90 時間）

ノイズ対策に必要な高周波回路の基礎から学び、高周波コンポーネントの設計、製作、評価を行なう。次に高周波回路の知識を応用して EMC の基礎から実際の対策までを実習を通して習得する。

なお、応用短期課程（企業人スクール）の提出書類は、様式 1、2、3 と 3 種類の様式が準備されているが様式 2 は具体的な日程等の記載であり実施者が適宜決定するものであるためこの提案では省略した。

EMC とノイズ低減を考慮した電子回路設計・製作

様式第1号

企業人スクール実施計画書 概要		分類番号	XXXXXXXXX
訓練コース名	EMC とノイズ低減を考慮した電子回路設計・製作		
訓練分野	生産電子システム技術科	受講定員	10名
コース設定形態	オーダメイド形		
訓練対象者	電子装置設計製作の職務に関わり、ノイズ低減を考慮したものづくりを行い高度化に取り組もうとする者		
担当者	-		
実施場所	-		
コース開発経過	<p>電子機器製造業での信頼性問題は、機器の寿命を設計段階で推測する必要性から浮上してきている。電子機器製造業がユーザの信頼を得られる状況を構築するためには、製品の品質を保證できるようにしなければならない。さらに地球環境の関連から人に優しい製品づくりを行うために製品からのノイズ低減を考慮した製品開発が重要である。</p> <p>このためには、製造段階だけでなく設計の段階からプリント基板設計・製作の段階でノイズを低減することをしなければ達成できない。このことが明確に把握できる電子回路をターゲットに、ノイズ対策の必要性を認識していただき、保守性も含めて製品の高度化を指向することの契機となるコースとして取り上げた。</p>		
内容の概要	<p>(目的) EMC のためのノイズ低減設計を行う。また電子回路の製作を行い、製品の高度化を指向する。</p> <p>(概要) ターゲットの電子回路を設定し、それに基づくノイズ対策(放熱設計・プリント基板設計)、高周波回路設計を行う。その後、ノイズ解析、検証を行い評価する。</p> <p>(期待される訓練効果) 信頼性の付与できるものづくりの手順確認 高周波の設計とノイズ対策を行った製品の評価法および使用される環境への配慮</p> <p>(訓練課題等) ドライバ回路 発振回路を含むプリント基板回路</p>		

様式第 3 号

企業人スクール実施計画書 専攻計画		分類番号	XXXXXXXXX	
訓練目標	具体的な技能・技術		期待される成果物	
		EMC 対策の電子回路設計技術 信頼性評価技術 ノイズ対策技術	ノイズ発生原理習得技術 ノイズ対策技術企画	
教科の細目	教科の内容		訓練時間	備考 (指導形態) (使用機器)
1. EMC 規格	世界の EMC 規制、ノイズ発生源を学ぶ、ノイズ対策技術、ノイズ対策部品、イミニュティの改善方法		3	座学
2. 設計	シミュレーション		6	実技
3. 高周波回路設計技法	高周波回路設計、測定環境設定、高周波測定		12	座学、実技
4. プリント基板設計製作技法	パターン幅と、部品配置と保守性、回路図部品対策、PCB 部品の製作、PCB 設計、演習問題		12	実技、シミュレーション
5. EMC の現状と高速デジタル回路設計	EMC 対策の現状と規格、高速デジタル回路設計手法、集積化回路設計の考えかた、		6	座学
6. 高速デジタル回路シミュレーション	ターゲットボードの設計技法とシミュレーション		6	実技
7. ノイズ対策の手法	イミュニティの改善方法、コンデンサの残留インダクタンス、フィルタの共振点と高域のフィルタの特性		3	座学
8. プリント基板のノイズ測定および検証	検証回路の製作と回路動作の確認、ノイズの測定とノイズ対策後の回路製作		6	実技(プリント基板製作とノイズ対策)
9. 報告書・発表	報告書作成、発表、演習問題		6	発表 パソコン
			計 60	
参考文献	坂巻 佳寿美 「ノイズの試験法と対策」 工業調査会 坂本 幸夫 「現場のノイズ対策入門」 日刊工業			
評価項目		評価方法		
製品企画力 製品設計力 表現・報告能力		設計回路図 プリント基板、シミュレーション 報告書・発表		

実践方式で学ぶ高周波回路 & EMC 技術セミナー

様式第1号

企業人スクール実施計画書 概要		分類番号	XXXXXXXX
訓練コース名	実践方式で学ぶ高周波回路 & EMC 技術セミナー		
訓練分野	生産電子システム技術科	受講定員	10名
コース設定形態	レディメイド形		
訓練対象者	電子装置の設計に従事、あるいは将来的に従事を検討している者で、高周波回路の取扱いや EMC (ノイズ対策等) でお困りの方。もしくは高周波回路や EMC 技術に興味がある方。		
担当者	-		
実施場所	-		
コース開発経過	<p>携帯電話の電磁波で医療電子機器に誤動作が生じたり、旅客機の誘導信号が、ワイヤレス CD プレーヤーの電磁波で異常になったことは、国内外のニュースで話題になっている。このように、電子機器の EMC 対策は非常に重要な要素であり、製造現場では電子機器に限らず、幅広い分野で必要とされている。また、当大学校の近隣の企業等に対してニーズ調査を実施したところ、高周波回路及び EMC 関連技術の企業人スクールの実施を要望していることがわかった。そこで本コースを開催する運びとなった。</p>		
内容の概要	<p>(目的)</p> <p>高周波回路の設計手法及び測定技術を学び、次に EMC の規格・測定法について理解を含め、具体的な EMC 対策手法を取得する。</p> <p>(概要)</p> <p>本講習は、初心者の方でも興味を持つような構成・内容となっている。具体的には「低周波回路と高周波回路の設計思想の違い」や「通信・放送システム及びデータ伝送における高周波の利用」といった実践的な内容を取り入れ、訓練の必要性を最初に認識して頂く。</p> <p>次に、実務的な各種回路の設計及び測定評価を行い、高周波技術を学んだ後、実践的な EMC 対策技術を中心に学ぶ。さらに最後には総合課題を実施し、習得度確認を行う。</p> <p>(期待される訓練効果)</p> <p>高周波測定器及び EMC 測定器等の操作方法習得</p> <p>実践的な各種高周波回路設計手法の習得</p> <p>実践的な EMC 対策手法の習得</p> <p>(訓練課題等)</p> <p>高周波回路技術に関する総合実習</p> <p>(フィルタ及び AGC 機能付き高周波増幅回路の設計)</p> <p>EMC 技術に関する 14 問の総合課題演習</p>		

様式第 3 号

企業人スクール実施計画書 専攻計画		分類番号	XXXXXXXXX
訓練 目標	具体的な技能・技術	期待される成果物	
		高周波関連測定技術 EMC関連測定技術 高周波回路設計及びノイズ対策	フィルタ及び AGC 機能内蔵型高周波増幅器、ノイズ対策に活用可能なフェライトコア特性チャート表
教科の細目	教科の内容	訓練 時間	備考 (指導形態) (使用機器)
1. 低周波回路と高周波回路の設計思想の違い	高周波とは、波長と伝送線路長、反射の問題、損失の問題、信号漏洩（結合）の問題、部品実装の問題、増幅の問題	6	座学及び実技
2. 通信・放送システム及びデータ伝送における高周波の利用	変調と復調、無線方式と有線方式、アナログ変調方式とデジタル変調方式	6	座学及び実技
3. 高周波回路とその測定技術	高周波回路の基礎知識、高周波回路用受動部品、高周波測定器の操作、各種高周波回路の設計・測定演習、回路設計シミュレーターの紹介	12	実技 (設計、評価)
4. 高周波回路技術に関する総合実習	フィルタ及び AGC 機能内蔵型高周波増幅回路の設計	12	実技 (課題解決型)
5. EMCの基礎知識	ノイズと障害例、電磁波とアンテナの基礎、ノイズの波形とモード、具体的な EMC 測定用アンテナの紹介、EMC の基本設計、基本用語	6	座学
6. EMC関連規格と EMC測定方法	EMC 関連規格、EMC 測定方法	6	実技
7. EMC対策手法	EMC 対策の 4 要素、EMC 対策の分類、EMC 対策部品、対策手法の実例紹介	6	座学及び実技
8. 総合演習及び発表会	NARTE による「EMC 技術者等認定制度」の紹介、総合演習、発表会	6	演習 発表
	計	60	
参考文献	「電磁環境（EMC）技術者のための学習の手引き」NARTE		
	評価項目	評価方法	
	高周波回路の設計・開発力	総合実習での成果物	
	EMC対策能力	総合演習の評点	
	表現・報告能力	発表会でのプレゼンテーション	

ESD による電子回路の誤動作

様式第1号

企業人スクール実施計画書 概要		分類番号	XXXXXXXX
訓練コース名	ESD による電子回路の誤動作		
訓練分野	生産電子システム技術科	受講定員	10名
コース設定形態	レディメイド形		
訓練対象者	電子デバイス、電子機器の製造、実装に携わり ESD に基づく電子デバイスや電子回路の誤動作に関する原理、測定法、対策技術を習得しようとするもの。		
担当者	-		
実施場所	-		
コース開発経過	<p>電子回路の高周波化および低電圧化に伴って、電子回路の SN 比が小さくなるため、ESD に基づく EMC によって電子回路の誤動作がクローズアップされている。また、このような問題に対する対策が要求されている。さらに、この種の業務を行っている企業等に対して、ニーズを調査したところ、企業人スクールの実施を希望していることがわかった。そこで、本コースを開催する運びとなった。</p>		
内容の概要	<p>(目的)</p> <p>ESD の発生メカニズムを理解した後、ESD によって電子回路内に誤動作が発生するメカニズムとその対策を理解する。</p> <p>(概要)</p> <p>本講習は、初心者の方でも興味を持つような構成・内容となっている。具体的には「ESD に基づくノイズの測定」、「ESD による電子回路の誤動作の確認」、「電子回路の ESD 対策の確認」等を実践的に学ぶ。また、報告書の作成や発表により本講習の修得度を確認するとともに、プレゼンテーション技術を習得する。</p> <p>(期待される訓練効果)</p> <p>ESD に基づく EMC 測定器の操作方法習得</p> <p>電子回路の誤動作の確認方法習得</p> <p>実践的な EMC 対策手法の習得</p> <p>(訓練課題等)</p> <p>簡易ノイズセンサの設計・製作・評価に関する総合的な実習</p> <p>電子回路の ESD 対策に関する総合的な実習</p>		

様式第 3 号

企業人スクール実施計画書 専攻計画

分類番号

XXXXXXXX

訓練目標	具体的な技能・技術	期待される成果物	
	EMC 関連測定技術 電子デバイスの EMC 対策技術 電子回路の EMC 対策技術	バイポーラトランジスタ、MOSFET を使った簡易 ESD センサ	
教科の細目	教科の内容	訓練時間	備考 (指導形態) (使用機器)
1. ESD の発生とノイズ	(1) ESD とは (2) ESD 発生時の電場の変化とノイズ (3) ESD 発生時の磁場の変化とノイズ	6	座学及び実技
2. ESD によるノイズの測定法	(1) スペクトラムアナライザによる ESD の測定 (2) 簡易センサによる ESD の測定 1)原理、2) 設計、3) 製作、4) 評価	12	実技
3. ESD に基づく電子デバイスの誤動作	(1) トランジスタの構造と動作原理 (2) トランジスタの誤動作のメカニズム (3) バイポーラトランジスタの誤動作 (4) MOSFET の誤動作	12	座学及び実技 (設計、評価)
4. ESD に基づく電子回路の誤動作	(1) 回路基板と電場、磁場の相互作用 (2) アナログ電子回路の誤動作 (3) デジタル電子回路の誤動作	12	座学及び実技
5. ESD 対策	(1) レイアウト設計による対策 (2) 電磁シールドによる対策 (3) 各種イオナイザによる静電気対策	21	実技
6. 総合演習及び発表会	報告書作および発表、演習およびその解説	3	演習発表
		計	66
参考文献	「電磁環境 (EMC) 技術者のための学習の手引き」NARTE 「除電装置と除電技術」シーエムシー出版		
	評価項目	評価方法	
EMC 測定能力	総合実習での成果物		
EMC 対策能力	総合演習の評点		
表現・報告能力	発表会でのプレゼンテーション		

ESD とノイズ

様式第1号

企業人スクール実施計画書 概要		分類番号	XXXXXXXXX
訓練コース名	ESD とノイズ		
訓練分野	生産電子システム技術科	受講定員	10名
コース設定形態	レディメイド形		
訓練対象者	電子デバイス、電子機器の製造、実装に携わり ESD に関する技術を習得しようとするもの。		
担当者	-		
実施場所	-		
コース開発経過	<p>携帯電話やパーソナルコンピュータ等の情報機器の高性能化、小型化が急速に進んでいる。また、これらの電子デバイスの動作電圧の低電圧が要求されている。このように電子デバイスの低電圧化が進むと静電気放電（ESD）による誤動作の問題が深刻化する。その中でも ESD に基づく製造歩留の低下は、電子デバイスの製造工程や組み立て工程において、一層深刻な問題となる。さらに、この種の業務を行っている企業等に対して、ニーズを調査したところ、企業人スクールの実施を希望していることがわかった。そこで、本コースを開催する運びとなった。</p>		
内容の概要	<p>（目的）</p> <p>ESD の本質、発生メカニズムを理解した後、ESD によって発生する電場、磁場とノイズとの関係、電子回路の誤動作発生のメカニズムを理解する。</p> <p>（概要）</p> <p>本講習は、初心者の方でも興味を持つような構成・内容となっている。具体的には「ESD に基づくノイズの測定」、「ESD による電子デバイスの誤動作の確認」、「ESD 対策の効果の確認」等を実践的に学ぶ。また、報告書の作成や発表により本講習の修得度を確認する。</p> <p>（期待される訓練効果）</p> <p>ESD に基づく EMC 測定器の操作方法習得</p> <p>電子デバイスの誤動作の確認方法習得</p> <p>実践的な EMC 対策手法の習得</p> <p>（訓練課題等）</p> <p>簡易ノイズセンサの設計・製作・評価に関する総合的な実習</p> <p>ESD に対する対策方法に関する総合的な実習</p>		

様式第 3 号

企業人スクール実施計画書 専攻計画		分類番号	XXXXXXXXX
訓練目標	具体的な技能・技術	期待される成果物	
		EMC 関連測定技術 電子デバイスの EMC 対策技術 電子回路の EMC 対策技術	バイポーラトランジスタ、MOSFET を使った簡易 ESD センサ
教科の細目	教科の内容	訓練時間	備考 (指導形態) (使用機器)
1. 静電気の理論	(1) 静電気の本質 (2) 静電気の性質 (3) 帯電現象	6	座学
2. 静電気の測定	(1) 電気量の測定 (2) 電圧の測定	12	実技
3. 静電気と ESD	(1) ESD の本質 (2) ESD 発生時の電場の変化とノイズ (3) ESD 発生時の磁場の変化とノイズ	9	座学
4. ESD によるノイズの測定法	(1) スペクトラムアナライザによる ESD の測定 (2) 簡易センサによる ESD の測定 1)原理、2) 設計、3) 製作、4) 評価	15	実技
5. ESD に基づく電子デバイス、電子回路の誤動作	(1) トランジスタの構造と動作原理 (2) トランジスタの誤動作のメカニズム (3) トランジスタの誤動作 (4) 電子回路の誤動作	9	座学及び実技
6. ESD 対策	(1) レイアウト設計による対策 (2) 電磁シールドによる対策 (3) イオナイザによる対策	12	座学及び実技
7. 報告書・発表	報告書作および発表、演習およびその解説	3	演習 発表
	計	66	
参考文献	「電磁環境 (EMC) 技術者のための学習の手引き」NARTE 「除電装置と除電技術」シーエムシー出版		
評価項目		評価方法	
EMC 測定能力		総合実習での成果物	
EMC 対策能力		総合演習の評点	
表現・報告能力		発表会でのプレゼンテーション	

高周波機器設計と EMC 対策

様式第 1 号

企業人スクール実施計画書 概要		分類番号	XXXXXXXX
訓練コース名	高周波機器設計と EMC 対策		
訓練分野	生産電子システム技術科	受講定員	10 名
コース設定形態	オーダメイド形		
訓練対象者	高周波電子機器設計の職務に関わり、EMC 対策を考慮した、ものづくりを行い高度化に取り組もうとする者		
担当者	-		
実施場所	-		
コース開発経過	<p>今日の高周波電子機器製造においては、電子回路から出る放射ノイズについての信頼性問題は、機器を開発する設計段階で考慮する必要性が浮上してきている。電子機器製造業がユーザの信頼を得られる状況を構築するためには、電磁環境に配慮した製品の保証できるようでなければならない。さらに地球環境の関連から人に優しい製品づくりを行うため、電子機器製品からの放射ノイズの低減を行うことが製品開発上重要である。</p> <p>このためには、高周波回路の理論と実際の設計を学び、設計の段階から放射ノイズを低減することをしなければ達成できない。このことが明確に把握できる高周波回路、放射ノイズ基板をターゲットにノイズ対策の必要性を認識していただくコースとして取り上げた。</p>		
内容の概要	<p>(目的)</p> <p>高周波電子機器の EMC 対策からノイズ低減電子回路設計を考える。具体的にはシミュレータや各種測定器を使用して、高周波回路の理論と実際の設計に有用なノウハウを習得する。また、プリント基板設計・製作を行い、電子回路からの放射ノイズを測定し高度化を指向する。</p> <p>(概要)</p> <p>1GHz の ASK 変調による無線送受信機の一部を設計しその評価を行う。また、ターゲットの電子回路を設定し、それに基づくノイズ対策(プリント基板設計)を行う。その他、ノイズ解析、検証を行い評価する。</p> <p>(期待される訓練効果)</p> <p>高周波測定器の操作方法および評価方法を習得 高周波の設計とノイズ対策を行った製品の評価法および使用される環境への配慮 部品選定とノイズ対策法</p> <p>(訓練課題等)</p> <p>高周波回路、スイッチの設計及び測定評価実習、 フィルタの設計及び測定評価実習 発振回路を含むプリント基板回路</p>		

様式第 3 号

企業人スクール実施計画書 専攻計画

分類番号

XXXXXXXX

訓練目標	具体的な技能・技術	期待される成果物	
	EMC 対策の電子回路設計技術 高周波設計技術 ノイズ対策技術	高周波回路測定技術 ノイズ発生原理の習得技術 ノイズ対策技術と企画	
教科の細目	教科の内容	訓練時間	備考 (指導形態) (使用機器)
1. 無線通信システムの動向	セルラシステム (第 2 世代 ~ 第 4 世代) 無線 LAN、無線 PAN、ASK システム設計概要	12	座学、実技
2. 高周波回路設計技法	集中定数と分布定数、伝送線路と散乱行列、インピーダンス整合、スミスチャート、伝送路測定実習	6	座学
3. 高周波回路測定	高周波回路測定、アンテナ回路測定、高周波回路の製作と回路動作の確認、シミュレーション、1GHz の ASK 変調の評価	12	座学、実技
4. EMC 規格	世界の EMC 規制、ノイズ発生源を学ぶ、ノイズ対策技術、ノイズ対策部品、イミューティの改善方法	6	実技
5. プリント基板設計製作技法	CAD 操作法、パターン幅、部品配置と保守性、回路図部品対策、PCB 部品の製作、PCB 設計、ノイズ低減、演習問題	12	座学、実技
6. EMC の現状と高速デジタル回路設計	EMC 対策の現状と規格、高速デジタル回路設計手法集積化回路設計の考えかた、シミュレーション	6	座学、実技
7. 高速デジタル回路シミュレーション	高速デジタル回路のターゲットボード設計とシミュレーション、ノイズ低減回路設計	6	座学、実技
8. ノイズ対策の手法	イミューティの改善方法、コンデンサの残留インダクタンス、フィルタの共振点と高域のフィルタの特性	12	実技(プリント基板製作とノイズ対策)
9. プリント基板の測定および検証	ノイズの測定とノイズ対策後のプリント回路設計	12	実技
10. 報告書・発表	報告書作成、発表、演習問題	6	発表、パソコン
	計	90	
参考文献	黒田忠広監訳 「RF マイクロエレクトロニクス」 丸善 坂巻 佳寿美 「ノイズの試験法と対策」 工業調査会 小暮 裕明 「高周波の世界」 CQ 出版		
評価項目		評価方法	
製品企画力 製品設計力 表現・報告能力	高周波回路設計、プリント基板設計 高周波回路解析、ノイズシミュレーション ノイズ対策手法、規格 報告書・発表		

