



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE ENGENHARIA ELÉTRICA E INFORMÁTICA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

RELATÓRIO DE ESTÁGIO

YURI VILMAR BATISTA MELO

Campina Grande – PB

Agosto de 2017

YURI VILMAR BATISTA MELO

RELATÓRIO DE ESTÁGIO

Relatório de Estágio submetido à Coordenação de Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande, Campus Campina Grande, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Área de Concentração: Telecomunicações

Orientador:

Professor Dr. Edmar Candeia Gurjão

Campina Grande – PB

Agosto de 2017

YURI VILMAR BATISTA MELO

RELATÓRIO DE ESTÁGIO

Relatório de Estágio submetido à Coordenação de Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande, Campus Campina Grande, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Área de Concentração: Telecomunicações

Aprovado em / /

Professor Avaliador

Universidade Federal de Campina Grande

Avaliador

Professor Dr. Edmar Candeia Gurjão

Universidade Federal de Campina Grande

Orientador

“No meio da dificuldade encontra-se a oportunidade”

Albert Einstein

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar a Deus, por permitir alcançar objetivos que até eu mesmo duvidava ser capaz e por me iluminar nos momentos difíceis ao longo desta caminhada.

Aos meus pais, Orlando Vilmar de Melo e Núbia Suely Batista Melo, pelo apoio incondicional e por fazerem todos os esforços possíveis para realização deste sonho.

Aos meus tios e tias, pelo suporte, incentivo e por se alegrarem comigo a cada vitória.

Aos Pseudomitos, grupo de estudo no qual participei durante toda a graduação, realizando várias reuniões para discutir resoluções de questões, tirar dúvidas e conversar sobre os diversos assuntos da universidade, principalmente nas vésperas de avaliações.

À minha namorada, Natália Almeida, e toda sua família que me acolheram em vários momentos e me ajudaram bastante.

Aos amigos que fiz em Campina Grande, responsáveis pelos momentos de descontração e boas conversas sempre que sobrava algum tempo em nossas rotinas, em especial ao amigo Luan Duarte, pessoa com quem dividi apartamento do primeiro ao último dia de graduação.

À Savenge Engenharia pela oportunidade de vivenciar a engenharia de uma forma muito positiva, aprendendo a lidar com situações adversas e aos meus colegas de empresa que compartilharam comigo suas experiências de forma.

Aos professores do Departamento de Engenharia Elétrica pela dedicação e por me prepararem para enfrentar os desafios da profissão.

Aos funcionários do Departamento de Engenharia Elétrica, particularmente, Adail Paz e Tchaikowsky Oliveira, obrigado de coração pela atenção de sempre e a prontidão em ajudar.

RESUMO

Este relatório apresenta as principais atividades realizadas durante o estágio curricular integrado na empresa SAVENGE Engenharia LTDA, enquadrado na área de concentração das Telecomunicações, durante o período de 18 de abril a 18 de agosto de 2017. O estagiário foi alocado no projeto “LTE 700 TIM” que se refere a implantação de sistemas móveis de quarta geração (4G) da operadora TIM, em 700MHz. Este projeto é fruto de uma parceria comercial entre Tim e Nokia, no qual a SAVENGE é subcontrata pela Nokia para executar vistorias técnicas e instalações de equipamentos e sistemas irradiantes deste projeto nos estados de Pernambuco, Ceará e Paraíba. Neste contexto, a principal atribuição do estagiário era produzir *Technical Site Survey Reports* (TSSRs) e Relatórios de Instalação das atividades da empresa. Para a produção desses documentos foram utilizados os *softwares Microsoft Excel e AutoCAD*.

ABSTRACT

This report describes the activities developed by the intern at SAVENGE Engenharia LTDA corresponding to her integrated internship in the Telecommunications area, between April 18th and August 18th of 2017. The student was allocated in the "LTE 700 TIM" project, which refers to the deployment of TIM's fourth generation mobile systems (4G) at 700MHz. This Project is the result of a comercial partnership between Tim and Nokia, in which SAVENGE performs technical surveys and equipment installation for Nokia in the states of Pernambuco, Ceará and Paraíba. In this context, the student was responsible for producing Technical Site Reports (TSSRs) and Installation Reports of the company's activities. These documents were produced using Microsoft Excel and AutoCAD softwares.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Foto da Vistoria realizada no site NLCGBD00.....	15
Figura 2 - Placa da torre do site NLCGBD00 com destaque para a indicação da carga máxima suportada.....	16
Figura 3 - Tabela de carregamento inicial do site NLCGBD00	16
Figura 4 - Tabela de carregamento final (atual + futuro) para o site NLCGBD00	17
Figura 5 - Cenário atual dos setores A, B e C no site NLCGBD00	18
Figura 6 - Cenário atual dos setores A, B e C no site NLCGBD00, após a instalação do LTE 700MHz	19
Figura 7 - Data-sheet da antena Kathrein 80010767.....	20
Figura 8 - Quadro de distribuição de corrente alternada	21
Figura 9 - Gabinete OPSS aberto para mostrar o sistema de energia CC: régua de disjuntores, unidades retificadoras e baterias.....	21
Figura 10 - Planta baixa do site NLCGBD00	22
Figura 11 - Estrutura vertical do site NLCGBD00	23
Figura 12 - Nokia AirScale System Module	24
Figura 13 – Módulo de RF Nokia, modelo FRPB.....	24
Figura 14 - Gabinete FCOB	24
Figura 15 - Antena Kathrein 80010767	25
Figura 16 - Módulo de RF instalado no site SLJGCR07, Jaguaribara/CE.....	26
Figura 17 - Gabinete FCOB com System Module instalado no site SLJGCR07, Jaboatão dos Guararapes/PE.....	26
Figura 18 - Antena APXVBLL15X-I20 instalada no site SLJGCR07, Jaguaribara/CE.....	27

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Sites vistoriados cujos “Technical Site Survey Reports” foram produzidos pelo estagiário	15
Tabela 2 - Instalações realizadas cujos Relatórios de Instalação foram produzidos pelo estagiário	25

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	5
RESUMO	6
ABSTRACT.....	7
LISTA DE ILUSTRAÇÕES.....	8
LISTA DE TABELAS	9
1. INTRODUÇÃO	11
2. A EMPRESA	12
3. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS	14
3.1 Projeto LTE 700 TIM.....	14
4. CONCLUSÃO	28
5. REFERÊNCIAS.....	29

1. INTRODUÇÃO

Este documento, apresentado na forma de relatório, descreve as principais atividades realizadas pelo estagiário Yuri Vilmar Batista Melo durante o estágio integrado na empresa Savenge Engenharia LTDA sob supervisão do professor Edmar Candeia Gurjão e do engenheiro Severino Bandeira de Souza Filho. O estágio foi prestado no período de 18 de abril de 2017 a 18 de agosto de 2017, com uma carga horária de 40h semanais, somando 702h totais.

O estagiário atuou no projeto “LTE 700 TIM”, gerenciando as equipes de campo, confeccionando documentação pós-vistoria e pós-instalação dos equipamentos Nokia utilizados na expansão da rede 4G da TIM em 700 MHz. Durante o período de estágio também foram realizadas atividades de gestão de pessoas e aprendizado operacional de projetos.

Este relatório está dividido como se segue. O Capítulo 2 apresenta uma descrição da empresa de forma geral, o Capítulo 3 descreve as atividades desenvolvidas pelo estagiário no projeto LTE 700 TIM e descreve outras atividades realizadas pelo estagiário, por fim, a conclusão e avaliação do estágio são feitas no Capítulo 4.

2. A EMPRESA

A SAVENGE Engenharia LTDA é uma empresa privada de engenharia que trabalha na prestação de serviços de infraestrutura nas áreas de telecomunicações e energia. Fundada em 1997 na cidade de João Pessoa/PB, vem atuando em todas as regiões do Brasil, executando obras com pontualidade, qualidade e rapidez, frutos da aplicação contínua das melhores práticas de engenharia, desenvolvimento de tecnologia, processos de gestão e produção, bem como pelo emprego de ferramentas e equipamentos avançados (Savenge, 2015).

No setor de telecomunicações, existe um alto grau de concorrência entre as empresas em diversos níveis: prestação de serviços, fornecimento de material, manutenção, produção de equipamentos, sistemas e tecnologia. Nesse mercado competitivo, as grandes operadoras de telefonia e fabricantes de equipamentos estão aderindo cada vez mais a terceirização como forma de organização estrutural para reduzir os custos da estrutura operacional e descentralizar atividades e processos. É nesse cenário que a SAVENGE se insere, oferecendo mão-de-obra e prestando serviços especializados aos seus clientes.

A SAVENGE oferece serviços nas áreas de Sistemas Celulares e Redes Móveis, Sistemas de Transmissão de Dados, Sistemas Elétricos e Construção Civil. A seguir estão listadas, por área de atuação, as atividades realizadas pela empresa:

Sistemas Celulares e Redes Móveis:

- Aquisição de locais para implantação de telefonia celular e respectivo licenciamento;
- Projetos executivos, vistorias técnicas e análise de compartilhamento de estações de telefonia celular;
- Instalação e comissionamento de equipamentos de estações radiobase de telefonia celular (BTS, NodeB e ENodeB);
- Instalação e testes de sistemas irradiantes;
- Manutenção de redes móveis decelular;

Sistemas de Transmissão de Dados:

- *“Technical site survey”*
- Projetos executivos para equipamentos de transmissão de dados em redes ópticas de longa distância (“longhaul”) e redes metropolitanas;
- Instalação de rádio enlaces, “mini-links”;
- Comissionamento e testes de funcionalidade e performance;
- Manutenção;

Sistemas Elétricos:

- Projetos de instalações elétricas de baixa, média e alta tensão;
- Projeto de sistemas de proteção contra descargas atmosféricas;
- Projetos e Estudos Luminotécnicos;
- Montagem de subestações;
- Instalação de Grupo Motor Gerador
- Projeto e execução de sistemas de climatização
- Projeto de implantação de sistemas de cabeamento estruturado;
- Instalação de sistemas de retificadores;

- Montagem de Painéis;
- Inspeções laudos e consultorias;
- Manutenção;

Construção Civil:

- Projeto e construção de estações de telecomunicações, desde a fundação até os prédios em concreto armado e alvenaria;
- Projeto, fabricação e montagem de estruturas metálicas, como torres estaiadas e autoportantes, cavaletes, bases e suportes;
- Projeto e execução de reforço estrutural;
- Impermeabilizações;

3. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

3.1 Projeto LTE 700 TIM

A Tim é uma empresa de telecomunicações com sede na Itália que se consolidou como uma das grandes operadoras de telefonia celular atuantes no Brasil. Após o leilão da faixa de frequências em 2600MHz, realizado em 2012 pela Anatel, tanto a TIM como as demais operadoras do país passaram a oferecer banda larga móvel de quarta geração (4G) nessa faixa de frequência. Por se tratar de uma frequência alta, a penetração do sinal em 2600MHz é prejudicada, com perdas de propagação significativas.

Com o anúncio do desligamento da TV analógica, o Brasil seguiu a tendência de outros países do mundo utilizando a faixa conhecida como “dividendo digital” para tratar a necessidade por mais espectro enfrentada pelos serviços de telecomunicações móveis em função do aumento da demanda e da evolução tecnológica (CPqD, 2011). Em 2014, a Anatel leiloou a faixa de 700MHz para expansão do 4G no país e a TIM arrematou um dos lotes oferecidos (Higa, 2014).

O objetivo da TIM é cobrir quase 3 mil municípios com 4G em 700MHz até 2018 se consolidando como a empresa de maior cobertura 4G do Brasil. Na expansão desse serviço, a TIM escolheu as empresas Ericsson e Nokia para serem seus fornecedores na implantação da nova tecnologia (Ferreira, 2016). Com o contrato estabelecido, a Nokia subcontratou a SAVENGE para realizar atividades de vistorias técnicas e instalações do hardware e do sistema irradiante do 4G em 700 MHz nos estados de Pernambuco, Ceará e Paraíba.

A vistoria técnica tem como objetivo verificar a situação dos sistemas irradiantes e de energia do *site*, a fim de identificar a necessidade ou não de adequações na infraestrutura e realizar a reserva dos recursos de energia para o novo serviço. Até o término deste estágio, a SAVENGE havia realizado 108 vistorias para o projeto “LTE 700 TIM”.

Na vistoria, os técnicos que vão à campo devem periciar os equipamentos de rádio e de transmissão/recepção da TIM, bem como o sistema de energia que os alimenta. As antenas instaladas de todas as operadoras também devem ser identificadas. As informações levantadas durante a visita devem ser relatadas em um documento chamado *Technical Site Survey Report* (TSSR) confeccionado pós-vistoria pela equipe de Engenharia do escritório.

O TSSR registra toda a infraestrutura existente no *site*, bem como a solução sugerida para a instalação do serviço LTE em 700MHz. O arquivo inclui informações da energia AC e DC, cenário das antenas atuais e a proposta de solução, *data-sheet* da antena a ser instalada, planta baixa e corte da estrutura vertical feito no AutoCAD, carregamento da torre e relatório fotográfico. O estagiário produziu o TSSR de 25 *sites* vistoriados durante o período em que esteve na empresa, conforme identificado na Tabela 1.

Tabela 1 - Sites vistoriados cujos “Technical Site Survey Reports” foram produzidos pelo estagiário

SitID	Cidade/Estado
NLFLEQ02	Fortaleza/CE
NLFLCE09	Fortaleza/CE
NLFLPC02	Fortaleza/CE
NLBARR00	Barroquinha/CE
NLCARI00	Catarina/CE
NLALSA01	Alto Santo/CE
NLCTXT01	Crato/CE
NLVAVA00	Várzea Alegre/CE
NLSABI00	Saboeiro/CE
NLCKCK00	Cedro/CE
NLARPE01	Araripe/CE
NLTTTT00	Toritama/PE
SLIPSR00	Ipojuca/PE
NLCBSM00	Cabo de Santo Agostinho/PE
NLCBCB00	Cabo de Santo Agostinho/PE
N LCBCB01	Cabo de Santo Agostinho/PE
NLSYSY01	Surubim/PE
SLRCIM00	Recife/PE
SLRCLH00	Recife/PE
SLRCUN03	Recife/PE
SLRCST01	Recife/PE
SLSMSM03	São Lourenço da Mata/PE
SLPLPR00	Paulista/PE
NLCGBD00	Campina Grande/PB
3SLCGSR00	Campina Grande/PB

O estagiário teve a oportunidade de acompanhar a equipe de campo durante a vistoria do site NLCGBD00, localizado na cidade de Campina Grande/PB, no bairro de Bodocongó, nesta oportunidade foi possível auxiliar os técnicos de campo no levantamento das informações, coleta de imagens necessárias para elaboração do relatório fotográfico do TSSR e observar os detalhes



Figura 1 – Foto durante a vistoria do site NLCGBD00

O site NLCGBD00, será tomado como exemplo para explicar as informações relevantes que podem ser encontradas em um TSSR. A primeira delas é a tabela de carregamento, visualizada na Figura 3, que mostra as cargas instaladas na estrutura vertical de todas as operadoras. Esse levantamento é importante pois toda torre possui uma capacidade máxima de carga, definida em projeto em termos de área de exposição ao vento (AEV). Em geral essa informação é explicitada na placa da torre, como mostra a Figura 2.

O parâmetro AEV é calculado a partir da área da antena ou do equipamento instalado na torre e analisa a reação desses elementos quando expostos ao vento. O coeficiente de arrasto (CA) é usado para quantificar a resistência de um objeto em um meio fluido, neste caso, o ar. A AEV total deve ser calculada como o produto entre a área do equipamento e o seu coeficiente de arrasto.



Figura 2 - Placa da torre do site NLCGBD00 com destaque para a indicação da carga máxima suportada (Fonte: SAVENGE Engenharia LTDA)

Além da tabela de carregamento inicial, o TSSR contém a tabela de carregamento final, considerando a troca de antenas, como mostra a Figura 4. Caso a capacidade de AEV final seja superior à capacidade máxima de carga suportada pela torre, a estrutura vertical deverá passar por algum reforço estrutural, que deve ser analisado e definido pela detentora do site em questão.

DADOS DA ESTRUTURA																
TPO	ALTURA	DATA INSTALAÇÃO	V0	S1	S2	S3	CAPACIDADE	LATITUDE	LONGITUDE	ALTITUDE (m)						
Torre Quadrada	50							-7,2203	-55,922244	540						
Quant. de Mastro 6																
DADOS DO CARREGAMENTO SITE																
TOTAL																
Operadora	Tecnologia (s)	Frequencia (s)	Setor	Função	Modelo	Dimensões (mm) Peso (Kg)	Quant.	Altura (m)	Azimute (° NV)	Tilt Mec	Tilt Elet	Feeder/ F.O.	Observação	AEV (m²)	CA	AEV (m²) total
TIM	LTE	2600	A	RF	HVX-6516DS-A1M	1390x170x105 16.00	1	49,0	90	4	2	h2	Existente	0,24	1,20	0,28
	LTE	2600	B	RF	HVX-6516DS-A1M	1390x170x105 16.00	1	49,0	210	6	2	h2	Existente	0,24	1,20	0,28
	LTE	2600	C	RF	HVX-6516DS-A1M	1390x170x105 16.00	1	49,0	330	4	2	h2	Existente	0,24	1,20	0,28
	GSM/UMTS	1800/2100	A	RF	HBX-30HDS-VTM	1204x305x185 13.5	1	50,0	90	5/5	1	5/8	Existente	0,37	1,20	0,44
	UMTS	850	A	RF	APXW9R13B-C	1403x300x181 18.0	1	50,0	90	10	0	h2	Existente	0,42	1,20	0,51
	GSM/UMTS	1800/2100	B	RF	HBX-30HDS-VTM	1204x305x185 13.5	1	50,0	210	5/5	0	5/8	Existente	0,37	1,20	0,44
	UMTS	850	B	RF	APXW9R13B-C	1403x300x181 18.0	1	50,0	210	10	2	h2	Existente	0,42	1,20	0,51
	GSM	1800/2100	C	RF	HBX-30HDS-VTM	1204x305x185 13.5	1	50,0	330	5	0	5/8	Existente	0,37	1,20	0,44
	UMTS	850	C	RF	APXW9R13B-C	1403x300x181 18.0	1	50,0	330	10	2	h2	Existente	0,42	1,20	0,51
	OI			A	RF	323QLG65VTEB	1312x209x183 16.8	1	46,0	20			5/8	Existente	0,54	1,20
			B	RF	323QLG65VTEB	1312x209x183 16.8	1	46,0	110			5/8	Existente	0,54	1,20	0,65
			C	RF	323QLG65VTEB	1312x209x183 16.8	1	46,0	230			5/8	Existente	0,54	1,20	0,65
														AEV TOTAL EXISTENTE S/ CA		4,69
														AEV TOTAL EXISTENTE C/ CA		5,84

Figura 3 – Tabela de Carregamento inicial do site NLCGBD00 (Fonte: SAVENGE Engenharia LTDA)

DADOS CARREGAMENTO TIM (ATUAL + FUTURO)

TIM																	
Operadora	Tecnologia (s)	Frequencia (s)	Setor	Função	Modelo	Dimensões (mm) Peso (Kg)	Quant.	Altura (m)	Azimute (° NV)	Tilt Mec	Tilt Elet	Feeder/ F.O.	Observação	AEV (m²)	CA	AEV (m²) total	
TIM	LTE	2600	A	RF	HVX-SSRDS-AIM	1390x170x105 18,00	1	43,0	90	4	2	h2	A ser retirada	0,24	1,20	0,28	
	LTE	2600	B	RF	HVX-SSRDS-AIM	1390x170x105 18,00	1	43,0	210	5	2	h2	A ser retirada	0,24	1,20	0,28	
	LTE	2600	C	RF	HVX-SSRDS-AIM	1390x170x105 18,00	1	43,0	330	4	2	h2	A ser retirada	0,24	1,20	0,28	
	GSM/UMTS	1800/2100	A	RF	HEX-304DS-VTM	1204x305x185 113,5	1	50,0	90	9/5	1	5/8	A ser retirada	0,37	1,20	0,44	
	UMTS	850	A	RF	APVY9R13B-C	1403x300x181 118,0	1	50,0	90	10	0	h2	A ser retirada	0,42	1,20	0,51	
	GSM/UMTS	1800/2100	B	RF	HEX-304DS-VTM	1204x305x185 113,5	1	50,0	210	5/5	0	5/8	A ser retirada	0,37	1,20	0,44	
	UMTS	850	B	RF	APVY9R13B-C	1403x300x181 118,0	1	50,0	210	10	2	h2	A ser retirada	0,42	1,20	0,51	
	GSM	1800/2100	C	RF	HEX-304DS-VTM	1204x305x185 113,5	1	50,0	330	5	0	5/8	A ser retirada	0,37	1,20	0,44	
	UMTS	850	C	RF	APVY9R13B-C	1403x300x181 118,0	1	50,0	330	10	2	h2	A ser retirada	0,42	1,20	0,51	
	GSM/UMTS/LTE	700/850/1800/2100/2600	A	RF	80010767	1448x377x169	1	50,0	90					A instalar	0,55	1,20	0,66
	GSM/UMTS/LTE	700/850/1800/2100/2600	B	RF	80010767	1448x377x169	1	50,0	210					A instalar	0,55	1,20	0,66
	GSM/UMTS/LTE	700/850/1800/2100/2600	C	RF	80010767	1448x377x169	1	50,0	330					A instalar	0,55	1,20	0,66
			A	RRU	MODULO DE RF	560x447x133	1	A DEF						A instalar	0,25	1,20	0,30
	AEV TOTAL ATUAL S/CA 4,69																
	TOTAL CARGA A RETIRAR S/CA 3,07																
	TOTAL CARGA A INSTALAR S/CA 1,89																
ACRÉSCIMO AEV S/CA -1,19																	
AEV FINAL S/CA 3,51																	
AEV TOTAL ATUAL C/CA 5,64																	
TOTAL CARGA A RETIRAR C/CA 3,69																	
TOTAL CARGA A INSTALAR C/CA 2,28																	
ACRÉSCIMO AEV C/CA -1,41																	
AEV FINAL C/CA 4,23																	

Figura 4 – Tabela de Carregamento final do site NLCGBD00
(Fonte: SAVENGE Engenharia LTDA)

No projeto de implantação do LTE em 700MHz da TIM está prevista a instalação de antenas *tri-band* ou *quad-band*, a depender da solução determinada previamente para cada *site*. Essas antenas, além da nova tecnologia, são capazes de irradiar as tecnologias do legado das telecomunicações móveis existente em cada estação radiobase. Dessa forma, é esperado que haja diminuição na carga total da torre, uma vez que as antenas desativadas deverão ser removidas. No exemplo em questão, do *site* NLCGBD00, a redução no valor total da área de exposição ao vento será de 1,41m², fazendo com que a AEV final seja de 4,23m².

Além da tabela de carregamento, o TSSR deve conter o cenário atual e o cenário final de cada setor do *site* analisado. Neste cenário, a presença de combinadores, diplexadores ou outros elementos utilizados na instalação dos sistemas irradiantes deve ser identificada. O tipo da solução implantada em cada tecnologia também deve estar claro, seja ele distribuído ou concentrado. Na solução concentrada, o módulo de RF é instalado junto ao *System Module* na base da torre e a conexão das antenas é realizada por meio de longos lances de cabos de RF. Na solução distribuída, por sua vez, o módulo de RF é instalado próximo às antenas, no alto da torre, eliminando a necessidade da instalação de cabos de RF, bem como às perdas associadas a eles. As Figuras 5 e 6 ilustram, respectivamente, os cenários atual e final do *site* NLCGBD00.

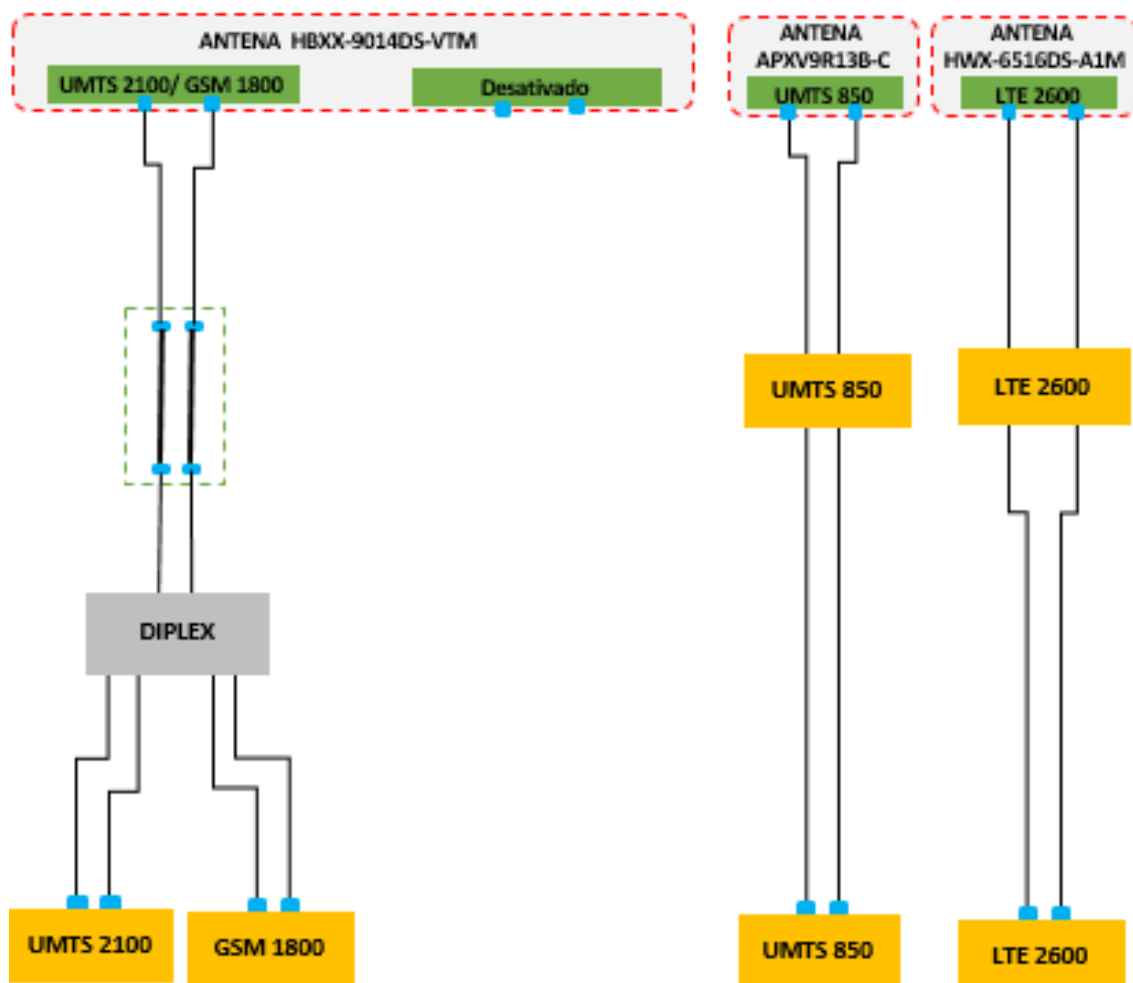


Figura 5 - Cenário atual dos setores A, B e C no site NLCGBD00
(Fonte: SAVENGE Engenharia LTDA)

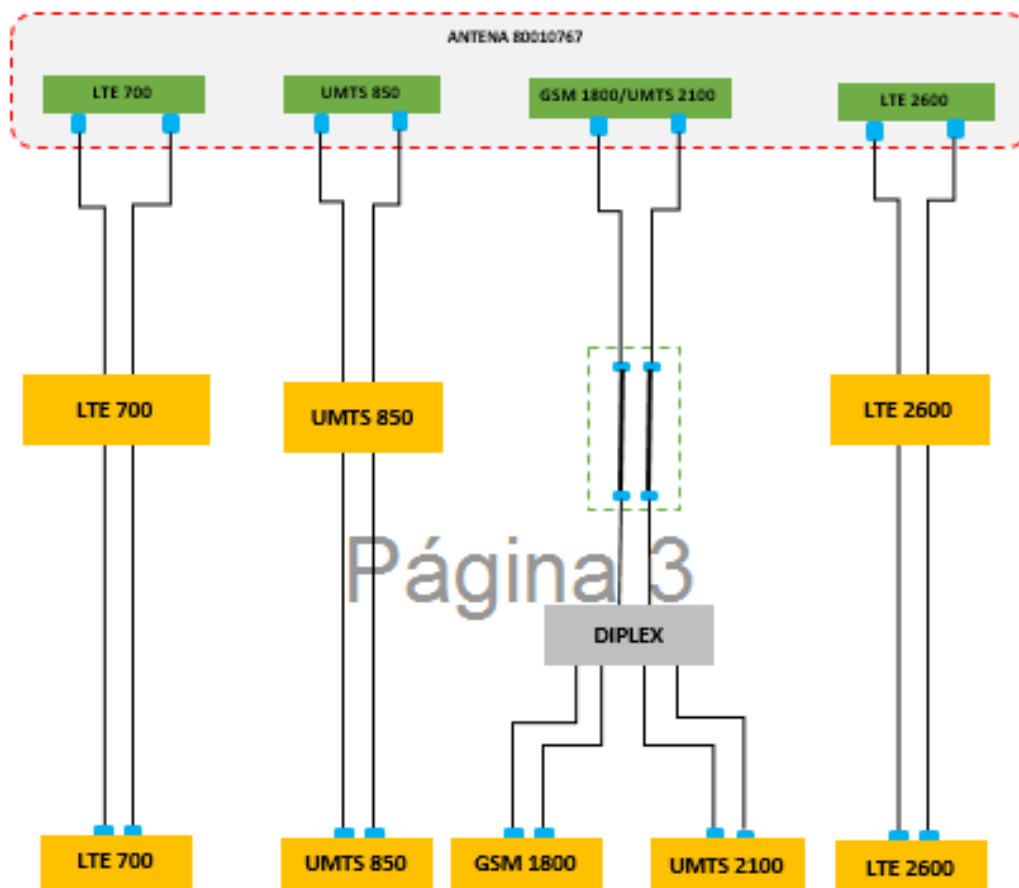


Figura 6 - Cenário final dos setores A, B e C no site NLCGBD00, após a instalação do LTE 700MHz
(Fonte: SAVENGE Engenharia LTDA)

No site NLCGBD00, a TIM possui, em cada setor, 01 antena HWX-6516DS-A1M para a tecnologia LTE em 2600MHz, 01 antena HBXX-9014DS-VTM irradiando o 3G (UMTS) em 2100 MHz e o sistema GSM em 1800 MHz e 01 antena APXV9R13B-C do sistema 3G (UMTS) 850. Para a instalação da tecnologia 4G em 700 MHz, está prevista uma antena Kathrein modelo 80010767, cujo *data-sheet* se encontra na Figura 7. Esta antena possui 4 portas e opera irradiando frequências entre 698 MHz e 2690 MHz, conforme a descrição que se segue:

- Porta 1: 698 MHz - 803 MHz;
- Porta 2: 824 MHz - 960 MHz;
- Porta 3: 1695 MHz - 2690 MHz;
- Porta 4: 1695 MHz - 2690 MHz.

A porta 1 será utilizada para a irradiação do LTE 700, enquanto a porta 2 receberá o UMTS em 850 MHz. As tecnologias GSM 1800 e UMTS 2100 devem ser diplexadas para serem irradiadas, simultaneamente, na porta 3. Por fim, a porta 4 deve receber o LTE 2600. Dessa maneira, as três antenas por setor que existem atualmente no *site* serão substituídas por uma única antena que concentrará todas as tecnologias presentes.

8-Port Antenna	R1	R2	Y1	Y2
Frequency Range	698-803	824-960	1695-2690	1695-2690
Dual Polarization	X	X	X	X
HPBW	65°	65°	65°	65°
Adjust. Electr. DT set by FluxRET	2°-16°	2°-16°	2.5°-12°	2.5°-12°

KATHREIN

8-Port Antenna 698-803/824-960/1695-2690/1695-2690 65°/65°/65°/65° 14/14.5/17.5/18dBi
2°-16°/2°-16°/2.5°-12°/2.5°-12°T

Type No.		80010767		
Left side, low bands		R1, connector 1-2		R2, connector 3-4
		698-803	824-960	
Frequency Range	MHz	698 - 803	824 - 894	880 - 960
Gain at mid Tilt	dBi	13.9	14.7	14.8
Gain over all Tilts	dBi	13.6 ± 0.4	14.5 ± 0.5	14.6 ± 0.4
Horizontal Pattern:				
Azimuth Beamwidth	°	67 ± 3.7	62 ± 2.5	61 ± 3.1
Front-to-Back Ratio, Total Power, ± 30°	dB	> 21	> 24	> 26
Cross Polar Discrimination at Boresight	dB	> 19	> 21	> 19
Cross Polar Discrimination over Sector	dB	> 7.5	> 6.0	> 6.0
Azimuth Beam Port-to-Port Tracking	dB	< 1.5	< 2.0	< 2.0
Vertical Pattern:				
Elevation Beamwidth	°	14.4 ± 1.1	12.6 ± 0.7	11.9 ± 0.5
Electrical DownTilt continuously adjustable	°	2.0 - 16.0	2.0 - 16.0	
Tilt Accuracy	°	< 0.7	< 0.7	< 0.6
First Upper Side Lobe Suppression	dB	> 14	> 14	> 16
Upper Side Lobe Suppression, 20° Sector above Main Beam	dB	> 15	> 14	> 16
Cross Polar Isolation	dB	> 30	> 30	
Port to Port Isolation	dB	> 28 (R1 // R2) > 30 (R1 // Y1, Y2) > 30 (R2 // Y1) > 28 (R2 // Y2)		
Max. Effective Power per Port	W	300 (at 50 °C ambient temperature)		
Max. Effective Power Port 1-4	W	800 (at 50 °C ambient temperature)		



80010767 04.10.01.02 Subject to alteration

Values based on NGMN-P-BASTA (version 9.6) requirements.

Figura 7 - Data-sheet da antenna Kathrein 80010767

Os equipamentos utilizados na transmissão são geralmente alimentados por corrente contínua com uma tensão de -48V. A conversão da energia AC para esta tensão é realizada por retificadores alimentados via tensão trifásica de 380V. A potência de cada retificador varia de acordo com o número e potência das unidades retificadoras nele contido. Geralmente, as operadoras utilizam retificadores de 3000W de potência, com bancos de baterias capazes de manter os equipamentos ligados por até 8h ininterruptas. O TSSR deve conter fotos do sistema de energia presente no *site*, como as apresentadas nas Figuras 8 e 9.



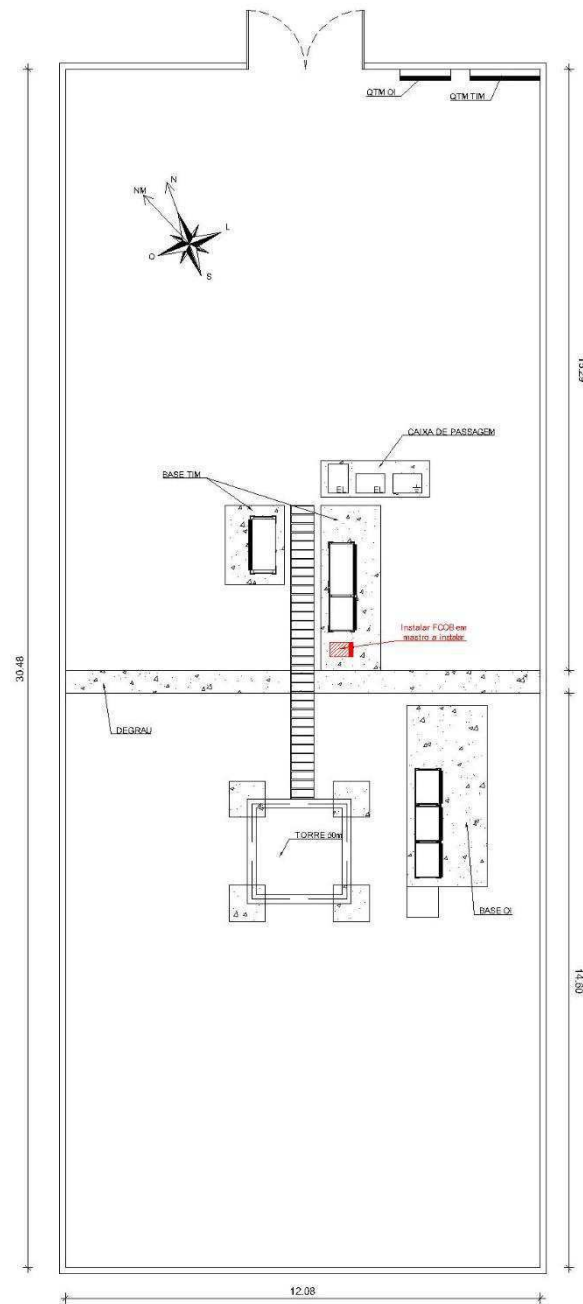
Figura 8 - Quadro de distribuição de corrente alternada
(Fonte: SAVENGE Engenharia LTDA)



Figura 9 - Gabinete OPSS aberto para mostrar o sistema de energia CC: régua de disjuntores, unidades retificadoras e baterias
(Fonte: SAVENGE Engenharia LTDA)

Por fim, o TSSR deve conter a planta baixa e a representação em corte da torre, ambos produzidos no programa AutoCAD. A planta baixa é desenhada a partir dos croquis (esboços à mão) enviados pelas equipes de vistoria em campo e deve contemplar, em escala, todos os elementos essenciais como localização dos equipamentos, quadros de energia, torre de telecomunicações e esteiramentos. Também deve ser indicado o local sugerido para a

instalação do novo equipamento do sistema LTE 700. A planta baixa do site NLCGBD00 pode ser vista na Figura 10.



NLCGBD00
1 VISTA SUPERIOR
 ESCALA 1:150

Figura 10 - Planta baixa do site NLCGBD00
 (Fonte: SAVENGE Engenharia LTDA)

O desenho em corte da torre também deve ser feito em escala, como mostra a Figura 11. Todas as antenas existentes devem ser identificadas com o nome da operadora detentora, o modelo, a altura e o azimute de sua instalação. As antenas e os demais equipamentos que serão instalados pela TIM devem ser representados em vermelho. Já os irradiadores que serão desinstalados devem ser representados em verde com identificação de “a retirar”.

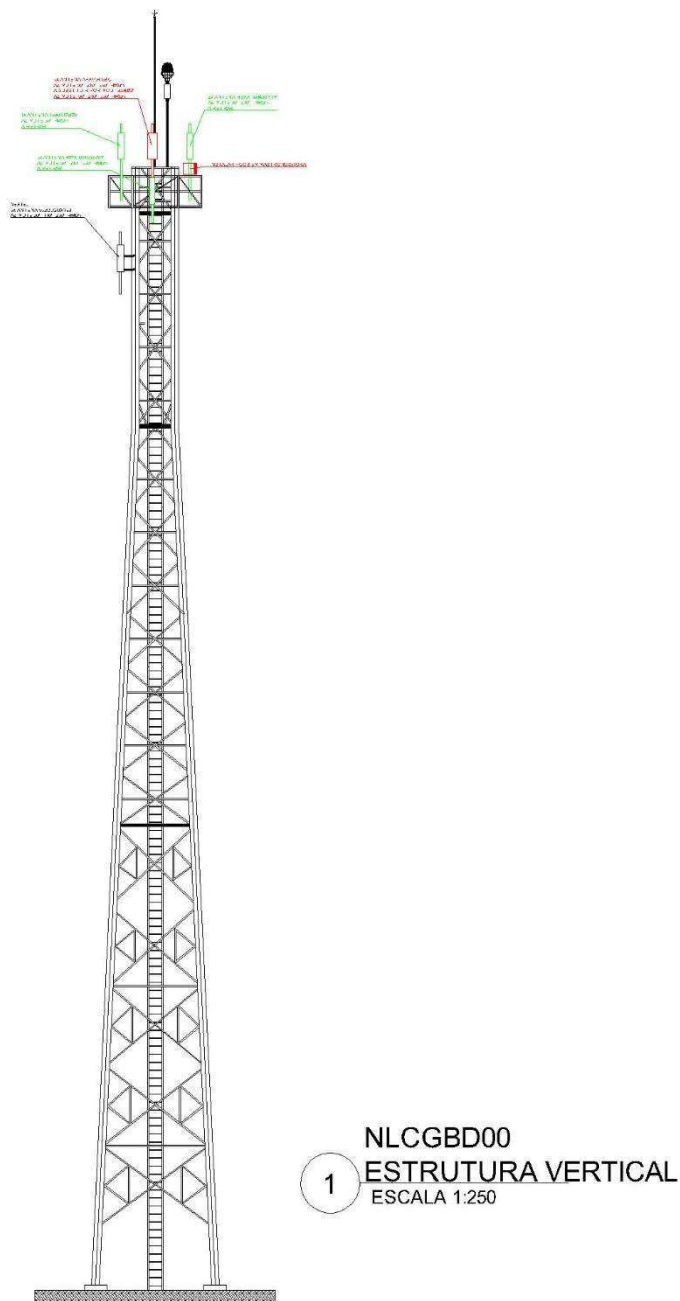


Figura 11 - Estrutura vertical do site NLCGBD00
(Fonte: SAVENGE Engenharia LTDA)

Além das vistorias técnicas, a SAVENGE realiza instalações de equipamentos e antenas para o projeto LTE 700 TIM. Até o término desse estágio, a empresa havia concluído a instalação de 23 sites nos estados de Pernambuco, Ceará e Paraíba.

Na instalação, os equipamentos que formam a estação radiobase (chamada de *eNodeB* ou eNB no LTE) são fornecidos pela Nokia. O modelo utilizado é o *AirScale BTS*, que é composto pelo *AirScale System Module* e pelo módulo de RF modelo RFPB. As Figuras 12 e 13 apresentam os equipamentos utilizados.



Figura 12 - Nokia AirScale System Module
(Fonte: AirScale BTS – Nokia)

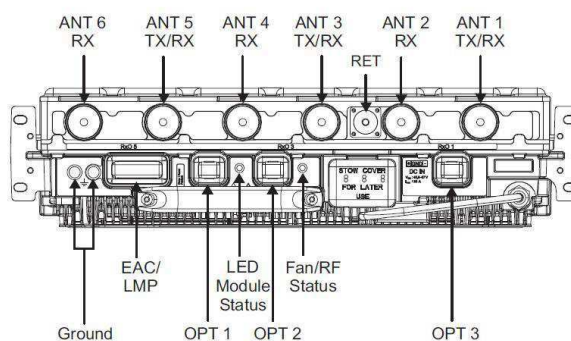


Figura 13 – Módulo de RF Nokia, modelo FRPB
(Fonte: AirScale BTS – Nokia)

O *System Module* é a unidade de processamento, enquanto o módulo de RF comporta o transmissor/receptor RF. Na instalação, o *System Module* deve ser alojado em um gabinete FCOB como o da Figura 14.



Figura 14 - Gabinete FCOB
(Fonte: FCOB Cabinet Site Solutions Overview – Nokia)

O sistema irradiante pode ser instalado posteriormente ou comitadamente à instalação do *hardware* da Nokia. Em geral, são fornecidas três antenas, uma para cada setor. A antena 80010767 da alemã Kathrein, mostrada na Figura 15, é um dos modelos mais utilizados pela TIM na instalação da tecnologia LTE 4G em 700MHz.



Figura 15 - Antena Kathrein 80010767
(Fonte: SAVENGE Engenharia LTDA)

Toda instalação deve ser documentada em um relatório fotográfico como forma de prestação de contas à empresa contratante. O discente produziu o Relatório de Instalação de 12 *sites* durante o seu período de estágio, conforme listado na Tabela 2.

Tabela 2 - Instalações realizadas cujos Relatórios de Instalação foram produzidos pela estagiário

SiteID	Cidade/Estado
NLCTXT00	Crato/CE
NLCTXT02	Crato /CE
3SLPBCE00	Pombal/PB
NLMOMO01	Moreno/PE
NLMOMO03	Moreno/PE
SLJGCR07	Jaboatão dos Guararapes/PE
SLJGPD10	Jaboatão dos Guararapes /PE
SLPLMD00	Paulista/PE
SLRCIM08	Recife/PE
SLOLCR02	Olinda/PE
3SLGUGU07	Garanhuns/PE
3SLGUMG00	Garanhuns/PE

Na instalação, os técnicos de campo realizam as adequações de infraestrutura (se necessárias), bem como todas as ligações básicas para alimentar os equipamentos. Uma vez instalados, os equipamentos devem ser comissionados para integração à rede da TIM, de forma que toda operação e controle da tecnologia seja, a partir daquele momento, realizada remotamente pela operadora.



Figura 16 - Módulo de RF instalado no site SLJGCR07, Jaboatão dos Guararapes/PE
(Fonte: SAVENGE Engenharia LTDA)

Quando a solução do site é concentrada, é necessária a fixação dos cabos de RF no esteiramento vertical da torre. No caso de solução distribuída, o módulo de RF é instalado junto às antenas e apenas o cabo de alimentação e a fibra óptica sobem para fazer a conexão entre ele e o System Module.



Figura 17 - Gabinete FCOB com System Module instalado no site SLJGCR07, Jaboatão dos Guararapes/PE
(Fonte: SAVENGE Engenharia LTDA)

Durante a troca das antenas, os setores são bloqueados separadamente e a transmissão de sinais é temporariamente interrompida, uma vez que, em geral, a nova antena também recebe as tecnologias do legado existente no *site*. As antenas devem ser devidamente isoladas e ajustadas (*tilt* mecânico, *tilt* elétrico e azimute) de acordo com as especificações repassadas pela Nokia.



*Figura 18 - Antena Kathrein 80010767 instalada no site SLJGCR07, Jaguaribara/CE
(Fonte: SAVENGE Engenharia LTDA)*

O resultado de todo o serviço prestado deve ser fotografado para a confecção do Relatório de Instalação pela equipe de Engenharia do escritório pós-instalação. As Figuras 16, 17 e 18 são exemplos de fotos utilizadas no Relatório de Instalação do *site* SLJGCR07 em Jaboatão dos Guararapes/PE.

4. CONCLUSÃO

O estágio integrado é uma das principais etapas na formação de um engenheiro, o estágio na SAVENGE Engenharia proporcionou a aquisição de conhecimentos valiosos para o desenvolvimento técnico, profissional e pessoal do aluno. Todo conhecimento teórico adquirido durante o período acadêmico serviu de base para a execução das atividades que lhe foram propostas. Dessa forma, o estágio cumpriu sua função de aproximar a teoria vista em sala de aula da realidade do mercado de trabalho.

A relação com engenheiros mais experientes, técnicos e demais colaboradores da empresa enriqueceram a experiência em âmbitos além do profissional.

As atividades desenvolvidas possibilitaram não só a aquisição de conhecimentos práticos da atuação de um profissional de comunicações, mas também a colaboração efetiva no processo de tomada de decisão, a partir de problemas reais da empresa. Trabalhar prestando serviço e recebendo cobrança, especialmente de grandes empresas como a Nokia, foi de grande contribuição para o desenvolvimento das noções de ética e responsabilidade profissional do estagiário.

Por fim, pode-se concluir que o objetivo primário do estágio foi atingido, sendo não só uma oportunidade para vivenciar o cotidiano de uma empresa e consolidar conhecimentos acadêmicos, mas também contribuindo significativamente para o crescimento e formação de um profissional de Engenharia Elétrica.

5. REFERÊNCIAS

SAVENGE (2015). Fonte: Savenge Engenharia. <http://www.savenge.com.br/>

FERREIRA, W (2016). *TIM fecha contrato com Ericsson e Nokia para 4G em 700 MHz*. Disponível em: <http://www.inovacaonasempresas.com.br/2016/12/tim-fecha-contrato-com-ericsson-e-nokia-para-4g-em-700-mhz/>

HIGA, P (2014). Claro, TIM e Vivo ficam com os três lotes nacionais do 4G de 700 MHz. Disponível em: <https://tecnoblog.net/166484/claro-tim-vivo-4g-700-mhz/>

NOKIA NETWORKS. *Flexi Multiradio BTS RF Module and Remote Radio Head Description*. Disponível em: https://fccid.io/ANATEL/03119-16-01350/7910_MANUAL/0CAC35FD-EB83-4F77-A320-4631AF6E3638

NOKIA NETWORKS (2017). *FCOB Cabinet Site Solutions Overview*. Customer Confidential.

NOKIA NETWORKS (2017). *AirScale BTS*. Customer Confiden