

Connected vehicle on the way of Industry 4.0

Ricardo Sugayama, Evaldir Negrelli

Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Especialização Engenharia Automotiva

ricardo.sugayama@renault.com, evaldir.negrelli@renault.com

Abstract

This paper presents the analyses about the interaction of two issues that are currently in discussion in the world of industry and vehicle technology: Industry 4.0 (cyber industry) and connected vehicle. In the future, the connected vehicle will be assembled on a cyber industry, then, this discussion trying to anticipate this interaction, looking for some opportunities and risks arising from the possible integration between both technologies. The discussion starts by the analysis of the concepts of industry 4.0 and the inevitable deployment of connected technologies on vehicle. After that, we will proceed a study about the vehicle interfaces in order to connect it to the assembly line with its own connection system, without others parts or modules dedicates to stablish this communication. During the “communication interface analyses” we will verify some risks as a possibility of cyber-attacks and the dependence between the industrial performance and the quality of communication link. To finish, the “case studies” will show us that the vehicle may go beyond the limit of "simple factory product" and becomes a sensor of the industry, enabling the acquisition of a lot of data and increasing the process/product quality in order to contribute for the industrial performance.

Resumo

Veículo Conectado na Rota da Indústria 4.0.

Este artigo aborda a união de dois assuntos que estão em plena discussão no mundo da indústria e da tecnologia automotiva – indústria 4.0 e veículo conectado. Sabendo que, inevitavelmente, no futuro, o veículo conectado será fabricado em uma cyber-indústria, este estudo visa uma primeira discussão sobre as oportunidades e riscos decorrentes da possível integração entre estas tecnologias. Inicia-se a discussão analisando o atual desenvolvimento dos veículos conectados e identificando as vantagens aportadas pelo conceito de indústria 4.0. Em seguida, analisa-se as interfaces que estarão predisponíveis nos veículos conectados buscando oportunidades para efetuar a comunicação com os meios de produção sem a necessidade de uso, por parte do veículo, de módulos e peças específicas para este fim. Ainda neste topico, elenca-se alguns riscos decorrentes da conectividade, como: cyber-ataques, e a dependência que a robustez de conexão cria no processo industrial. Finalmente, os estudos de caso desmonstram que o veículo conectado pode ultrapassar o status de “simples produto” e assumir também uma posição de sensor da fábrica, captando uma vasta quantidade de informações, o que pode aperfeiçoar o processo, a qualidade do produto e consequentemente a competitividade da indústria.

Introdução

O conceito de um mundo conectado, interligando pessoas, equipamentos e serviços, começa a sair do papel. “Conectividade” passa a ser uma palavra recorrente no mundo da engenharia. O avanço das telecomunicações aliado ao desenvolvimento de tecnologias relacionadas a sistemas de informações, tratamento e manipulação de dados já proporciona a oferta de produtos, sistemas e serviços com um leque de aplicações, aparentemente, ilimitado. Dentro deste novo universo de possibilidades a indústria pode encontrar soluções para sua busca contínua de competitividade e produtividade aproveitando essa nova ferramenta para promover a inovação de produtos, serviços e otimização de processos internos.

Dentre os diversos assuntos ligados à conectividade, este estudo foca em duas soluções que estão em ampla discussão: indústria 4.0 e o veículo conectado.

Indústria 4.0 é um acrônimo que foi utilizado pela primeira vez na Alemanha para designar a evolução da indústria atual para uma indústria automatizada, na qual os meios de fabricação e os produtos estão interconectados permitindo que, decorrentes da troca de informações entre eles, decisões de produção sejam tomadas de maneira autônoma pelas ferramentas e sistemas da fábrica. Fábrica que passa a ostentar o status de “*cyber*-indústria”. [2], [3], [6].

O veículo conectado, que está em pleno desenvolvimento pela indústria automotiva, é apresentado com a oferta de uma série de serviços dedicados ao condutor que prometem, além de pequenas comodidades e sistemas de gestão de frotas, um aumento na segurança do veículo, uso inteligente de energia/combustível, diminuição de acidentes, planejamento de tráfego e, em outra frente tecnológica, uma ferramenta importante para o funcionamento dos veículos autônomos, [1]. A conectividade automotiva abre também a porta para novos modelos de negócios, como: gestão inteligente de veículos comunitários e de locação, formatos inovadores de seguros, tecnologias “*big data*”, entre outros. O que une, neste artigo, estas duas inevitáveis tecnologias é o fato que um dia o veículo conectado será fabricado em uma indústria 4.0. Com o objetivo de identificar oportunidades e riscos decorrentes deste encontro, esse estudo avalia conceitualmente e de maneira funcional a interface entre estas tecnologias, buscando pontos positivos e negativos. Nos capítulos subsequentes, serão apresentados alguns conceitos que servirão de base para esta discussão, permitindo que o tema central deste artigo seja abordado no capítulo “O veículo Conectado na Indústria 4.0”. Estudos de caso serão apresentados no capítulo “Casos Práticos”, simulando o veículo conectado à fábrica, seguido pelas conclusões e considerações finais. As abreviações utilizadas neste artigo são apresentadas no capítulo 8 “Abreviações”.

1. Indústria 4.0, Nova Era Industrial?

Desde a revolução industrial, a indústria busca por soluções que visam melhorar sua performance. Esta busca impulsionou (e impulsiona) o desenvolvimento de várias tecnologias em todas as áreas relacionadas à produção. Ao longo do tempo é possível destacar algumas destas soluções/tecnologias, que foram adotadas pela indústria e que representaram uma verdadeira ruptura na maneira como o sistema de produção era organizado, resultando em um aumento efetivo de produtividade, performance e, algumas vezes, constituindo um marco importante na evolução industrial, definindo as chamadas “eras” da indústria.

Conceitualmente, são identificadas três eras industriais [6]:

- Primeira era: utilização de máquinas a vapor como propulsor da indústria (século XVII).
- Segunda era: utilização da eletricidade (final do século XIX).
- Terceira era: Automação (a partir do século XX).

O conceito de indústria 4.0 delimita uma nova era da indústria. Esta era seria definida pela utilização de sistemas industriais inteligentes, que poderão tomar decisões de fabricação autônomas, apoiados em estruturas complexas de tratamento e manipulação de dados. Dados estes que serão gerados pela interconexão dos meios de produção com seus produtos, bem como conexão com o ambiente interno e externo da indústria, incluindo o cliente final. [2], [3], [6].

A interconexão entre os meios de produção e o produto são colocados em destaque neste conceito pois é esta troca de informações entre a fábrica e o produto o que permite a tomada de decisões autônomas dos meios de produção. Ou seja, os meios industriais receberiam vários dados provenientes de sensores da planta de montagem e/ou internos ao produto, além de informações e instruções também nele gravadas, permitindo assim o cálculo da próxima operação a ser realizada. Podendo ser esta operação uma sequência normal de montagem ou uma ação suplementar, decorrente, por exemplo, de uma anomalia identificada por um dos sensores.

A indústria 4.0 foi apresentado conceitualmente no salão de Hanover em 2011 durante a “feira de tecnologias industriais” [6]. A partir deste ponto várias empresas passaram a desenvolver soluções para este conceito, apoiadas por governos, principalmente europeus (com destaque para o alemão) mas também por países como os Estados Unidos, Japão e a China, indicando que esta nova era industrial é encarada como estratégica pelas grandes potências industriais.

2. Conectividade Automotiva e a Mobilidade do Futuro

Conectividade automotiva já é um produto em comercialização. Ainda que o formato no qual está implementada hoje, utilizando “apenas” a rede de telefonia celular, não permita explorar 100% de seu potencial, várias montadoras optam por conectar seus veículos. A oferta de serviços é variada, incluindo funções de conforto, serviços técnicos e alguns profissionais no caso de gestores de frotas e seguradoras, por exemplo. Esse fato abre caminho para que o veículo conectado passe a se tornar uma ferramenta trivial no dia a dia das pessoas. Além da abertura deste mercado de novas funções, cheio de possibilidades, a geração de dados atrai cada vez mais as montadoras e prestadoras de serviço, pois, a disponibilidade de informações, aliado ao avanço das tecnologias de

tratamento de dados, abre ainda uma nova perspectiva de soluções e oportunidades de negócios, somando forças para impulsionar o desenvolvimento do veículo conectado.

Apesar destes fatos, muito além de benefícios isolados, o grande potencial da conectividade automotiva é o compartilhamento de informações do conjunto do trânsito, ou seja, de veículos, infraestrutura, serviços de suporte ao tráfego, etc., o que pode trazer um grande benefício comum [1]. Por exemplo, já existem aplicações para equipamentos GPS que traçam rotas inteligentes utilizando a informação de tráfego em tempo real, possibilitando assim encontrar o caminho mais rápido para chegar ao destino. Outras aplicações avisam quando é identificado um acidente ou outro evento inesperado na estrada. É interessante notar que essas aplicações, especificamente, podem ser alimentadas com informações provenientes de sensores externos, instaladas por um prestador de serviço de tráfego ou por comunicação entre veículos, no qual um veículo envia aos demais diversas informações, como: sua própria velocidade, sua posição atual, entre outros dados específicos e, em seguida, algoritmos de tratamento de dados se encarregam em estimar a situação do tráfego na região onde o veículo se encontra. Em alguns países onde o veículo elétrico está sendo aplicado e incentivado pelo governo, existem redes inteligentes de recarga que indicam, em função de sua destinação, qual o ponto de recarga mais próximo, permitindo em alguns casos reservar a vaga com antecedência. Esta comunicação da infraestrutura com o veículo proporciona, neste caso, sensação de segurança na utilização dos veículos elétricos, diminuindo, do ponto de vista do utilizador, a desvantagem de possuírem pouca autonomia e tempo longo de recarga da bateria.

Exemplos de aplicação de veículos conectados não faltam, porém, pode-se identificar benefícios em comum ou genéricos de uma rede de veículos conectados na internet, entre si e com as infraestruturas de trânsito – como apresentado durante o estudo efetuado pelo evento “*Challenge Bibendum*” na Alemanha [1]. Um exemplo seria o aumento da segurança no trânsito. Veículos conectados entre si e com a infraestrutura das estradas, por exemplo, podem receber informações importantes para prever situações de risco. Outra aplicação interessante seria a possibilidade de utilizar de maneira inteligente a infraestrutura de estradas e cidades, gerando informações para os veículos com o objetivo de manejar o tráfego e evitar congestionamentos ou até o acúmulo de poluentes em determinadas regiões das cidades.

A troca de informação entre veículos e destes com a infraestrutura das estradas é também fundamental para a mobilidade do futuro que prevê conceitos de veículos inteligentes e autônomos, hierarquização de transportes, minimização de impactos ambientais, mobilidade multimodal, veículos comunitários, entre outras soluções que encontram na conectividade uma ferramenta importante para sua implementação [1].

Nos últimos parágrafos foi dada ênfase proposital à algumas tecnologias que estão em discussão e ainda em tímido desenvolvimento: a conectividade específica entre veículos e entre veículo e a infraestrutura do trânsito. Este assunto ainda é complexo, pois, para que ele seja possível será necessária uma padronização destas comunicações, a qual todas as montadoras de veículos e, igualmente, todas as infraestruturas conectadas deverão respeitar. Por isso, além de questões técnicas sobre os meios de comunicação e tipos de protocolos a usar, existem sempre as discussões entre países sobre questões econômicas, políticas e, obviamente, as repartições de custos de

desenvolvimento, entre outras negociações que não possuem soluções triviais e acabam atrasando de maneira significativa o início de desenvolvimento destas tecnologias.

De qualquer maneira, este estudo leva em consideração a possibilidade, não tão arbitrária, de que a implantação de uma rede de conectividade automotiva padronizada entre veículos e entre veículos e a infraestrutura será um futuro inevitável para o mundo automotivo. Implicando assim na integração e utilização de um sistema padrão de comunicação sem fio em todos os veículos do futuro.

3. Como Conectar um Veículo?

As telecomunicações avançaram muito nas últimas décadas. Hoje (2016), usar uma rede ou estar conectado a algo é um fato trivial no dia a dia das pessoas. Essa aparente trivialidade, necessária para popularizar qualquer tecnologia, cria uma “cortina de fumaça” em frente da grande complexidade ligada aos sistemas conectados e redes de comunicação em geral. Há pouco tempo atrás (anos 90) o simples fato de integrar uma impressora à rede doméstica de computadores era uma tarefa “quase” de especialista, hoje (2016) quando se fala em teorias como “internet das coisas”, as pessoas aceitam com naturalidade, algumas vezes não identificando a complexidade de tais aplicações.

Muitas ideias, ligadas à conectividade deixam transparecer essa complexidade quando se tenta implementá-las. Sem entrar em muitos detalhes pode-se citar dois desenvolvimentos, ligados à conectividade automotiva, que desafiaram o mundo automotivo: A lei de obrigatoriedade de rastreadores automotivos (Sistema Integrado de Monitoramento e Registro Automático de Veículos (Simrav)), idealizada no Brasil, e o “*e-call*”, uma função também regulamentar que está em desenvolvimento na Europa.

A ideia de poder localizar um veículo e bloqueá-lo à distância é sedutora, e por isso comercializada com sucesso por várias empresas de segurança. Teoricamente inspirado nessa necessidade de segurança, um projeto de lei brasileiro propôs em 2007, de maneira pioneira, o que seria o primeiro sistema de veículos conectados no Brasil com a lei da obrigatoriedade de rastreadores automotivos, (Resolução CONTRAN 245/2007). Uma grande corrida se iniciou no mundo das montadoras para desenvolver as soluções de como conectar o veículo, como rastreá-lo e bloqueá-lo com segurança e respeitando as normas estabelecidas.

No decorrer do projeto, porém, percebeu-se que implantar uma rede de comunicação nacional, centralizada, com equipamentos que deveriam ser homologados e padronizados, utilizando a infraestrutura de rede celular (pois não existia outra opção), mas que, nesse caso, não deveria se tornar monopólio de nenhuma operadora de celular, aliás, estas também deveriam ser homologadas, bem como a empresa de rastreamento, entre tantos outros detalhes que acabaram por despir a ideia “simples” de rastrear um veículo e bloqueá-lo à distância, e perceber que esta ideia é na verdade tecnicamente bastante complexa. Desde a aprovação da lei em 2007, até o entendimento de como o sistema iria realmente funcionar em meados de 2009, somando outros adiamentos do cronograma de aplicação, chegamos a 2016, sem uma solução “real” para o funcionamento do sistema, o que causou o “congelamento” da lei que, a princípio, não foi abandonada, mas continua em discussão sem data precisa de aplicação.

Em 2001, a Europa também idealizou um sistema de conectividade automotiva, regulamentar, que deve ser aplicada a toda frota de veículos: o *e-call*. A ideia é muito interessante: ao identificar um acidente, o veículo envia automaticamente uma mensagem aos serviços de salvamento contendo a localização desta ocorrência, possibilitando até uma ligação telefônica automática na qual as equipes de socorro poderiam entrar em contato com os ocupantes do veículo. Resultado, desde a criação dessa regulamentação em 2001, o cronograma foi sucessivamente adiado, outros países também se interessaram, como a China e a Rússia. Porém, em 2016, tal qual ocorreu no Brasil, o sistema continua em desenvolvimento e não está em funcionamento em nenhum país. O *e-call* continua, entretanto, possuindo uma data futura de aplicação e, em teoria, será implementado.

Nestes dois exemplos apresentados, um ponto comum que merece ser comentado, é o fato que os veículos são conectados através de uma rede celular. Esta rede apesar de muito dinâmica, e atualmente permitindo uma conexão extremamente eficiente de dados, não foi projetada para o uso automotivo. Esse fato força a adaptação do veículo à rede, e à tecnologia ligada a ela, limitando e até inviabilizando, em alguns casos, a aplicação de algumas redes específicas de veículos conectados.

Um exemplo simples sobre essa necessidade de adaptação, mas que causa um impacto importante é o *SIM card*, que é o dispositivo que permite a autenticação do equipamento usado para a conexão na rede celular. Como esta tecnologia foi criada para celulares, os *SIM cards* são pré-cadastrados às operadoras e seguem uma codificação controlada por organismos reguladores, impondo uma complexidade grande na gestão das peças que são montadas nos veículos e obrigando as montadoras a utilizar planos específicos de conexão com operadoras de celular, parcerias que não existiam até então e que também impõem adaptações desde o âmbito técnico até o comercial.

Até mesmo o formato do *SIM card* não é adaptado para o uso automotivo. Peças eletrônicas no interior dos veículos (de maneira geral) necessitam respeitar alguns critérios de resistência mecânica à temperaturas e vibrações, e o *SIM card* não resiste à longo prazo nestas condições. Ele sofre deformações causando mal contato e consequentemente mal funcionamento. Foi necessário criar uma versão “*SIM card* automotivo”, para viabilizar sua aplicação em veículos. Até que esse novo dispositivo fosse desenvolvido, as montadoras foram obrigadas a usar suportes com travas que forneciam maior resistência mecânica visando reduzir a deformação do *SIM card* e garantir qualidade no funcionamento do sistema.

Outro fator limitante é a cobertura da rede, há estradas em que não existe rede de telefonia celular, ou seja, existem hoje pontos onde a solução atual de conectividade dos veículos não funciona. Para adicionar mais um ponto negativo, vale a pena lembrar que a capacidade de conexão de uma rede de telefonia celular é limitada dentro de um espaço físico em torno da antena, ou seja, na célula de sinal assegurada por cada ponto de transmissão onde os veículos passam a concorrer a vagas de conexão com os próprios aparelhos telefônicos.

A aproximação tendenciosa efetuada até aqui, neste capítulo, é um tanto quanto pessimista em relação à rede celular, pois sabe-se que ela é dinâmica o suficiente para permitir troca de mensagens ou comandos com o veículo, bem como, conecta-lo à internet – fato que permitiu a implementação de diversas funções existentes hoje em dia e apresentadas no capítulo “Conectividade Automotiva e a Mobilidade do Futuro“. Porém, o entendimento buscado nessa rápida análise funcional, é que

esta rede não se mostra totalmente adaptada para buscar os objetivos ambiciosos de uma rede específica de veículos conectados.

A conexão do veículo com a internet será sempre necessária para integrar a troca de informações entre o veículo e outros equipamentos conectados à internet. Porém, uma rede específica, desenvolvida para permitir trocas de informações entre veículos, e destes com o meio em que estão se faz necessária. Para que um veículo possa utilizar uma informação para funções de segurança, por exemplo, digamos que, este veículo receba o evento que um caminhão executou uma frenagem de urgência a 200 metros de distância, e um sistema supervisor deva alertar o condutor sobre este evento. Se considerarmos este veículo em uma estrada na velocidade de 110Km/h, essa comunicação deve ser rápida e assertiva para ser funcional. Da mesma forma, essa é uma troca de informação local, que não precisa necessariamente ser distribuída na internet e competir, por exemplo, com o tráfego de outros tipos de dados.

Esses fatores fazem com que muitos estudos sejam lançados, como o apresentado no artigo *“Standards for Cooperative Intelligent Transportation Systems: a Proof of Concept”* [4] que estuda uma solução inovadora para o protocolo de compartilhamento de informação entre veículos. Em todo caso, entre as possibilidades que estão sendo estudadas, podemos já elencar dois conceitos: (1) comunicação entre veículos e (2) entre veículo e a infraestrutura do trânsito. De um ponto de vista genérico, pode-se afirmar que esta comunicação deve ser padronizada, permitindo a comunicação de qualquer tipo de veículo entre si e, igualmente, com qualquer infraestrutura presente nas estradas. O objetivo deste estudo não é entrar em detalhes destas implementações, entretanto, estes sistemas já possuem alguns protótipos como o projeto C-ITS na Europa (*“Cooperative Intelligent Transport Systems”*).

Derivada destas informações, existe uma consideração importante para o conceito discutido neste artigo: para permitir uma rede de comunicação entre veículos e destes com a infraestrutura, os veículos deverão ser equipados com sistemas de comunicação que permitirão a troca de informação de maneira localizada e robusta. Esta hipótese, embasada nas informações apresentadas, e inserida no contexto da indústria 4.0, permite também criar uma rica interface de troca de dados entre veículo e os meios industriais, sem a necessidade, por parte do veículo, de módulos ou sistemas de comunicação específicos e dedicados para esse fim – considerando que a interface de comunicação da indústria seja implementada de maneira compatível com os padrões dos veículos conectados.

4. Visão Geral Sobre a Produção Automotiva

Será apresentada aqui uma breve e superficial visão do sistema de produção automotivo, visando evidenciar alguns elementos que serão utilizados nos capítulos seguintes.

Todo veículo a ser produzido nasce na indústria em forma de uma especificação. Ou seja, inicialmente existe apenas uma encomenda que informa o tipo de veículo e a definição de quais equipamentos e características deverão ser montadas. Todas essas informações são utilizadas para o planejamento de produção, provisionamento de peças e matérias primas, reserva de alocação física na linha de montagem bem como no estoque pós-produção, geração de documentação, faturamento, entre muitas outras ações burocráticas e de planejamento ligadas ao produto e à produção.

Em termos de montagem, propriamente dita, existem várias modalidades e possibilidades. Apenas para exemplificar, usando dois exemplos genéricos de processos para grandes volumes de produção, algumas montadoras usam uma linha sequencial de montagem desde o início da fabricação do veículo, outras dividem os veículos em módulos que são montados em paralelo e em seguida se unem, passando a serem produzidos em linha sequencial de montagem. Ao longo dessa cadeia de fabricação, peças, ferramentas, sequências de montagem, pessoas, informações, etc, devem ser síncronas, permitindo que tudo esteja no local correto para que a montagem seja efetuada com sucesso. Obviamente toda essa sequência já é suportada e coordenada por redes de comunicação, sistemas conectados e dispositivos de bancos de dados.

Dentre os processos industriais conectados já amplamente utilizados, vale a pena, para essa discussão, alguns detalhes sobre a “parametrização eletrônica dos veículos”. Atualmente o nível de eletrônica embarcada aos veículos é elevada e incontornável para seu funcionamento. Por motivos estratégicos de desenvolvimento, tenta-se assegurar a transversalidade dos chamados módulos eletrônicos, optando-se por construir dispositivos que atendem à necessidade de diferentes versões de veículos. Este fato obriga que seja efetuada, durante a montagem, a parametrização destes módulos, ativando funções e calibrando seu funcionamento de acordo com a especificidade de cada veículo. Essa ação, em linhas de produção de alta cadência, é feita conectando o veículo a servidores, utilizando ferramentas específicas montadas para este fim, que baseadas nas especificações deste veículo, executam procedimentos automatizados de configuração eletrônica e, em alguns casos, testes de montagem para garantir que todos os sistemas eletroeletrônicos estão em funcionamento.

Para manter a referência temporal no decorrer deste estudo: estas soluções pertencem à terceira era industrial (automação), mesmo as que utilizam ferramentas robotizadas e aquelas nas quais partes do processo são autônomas.

5. O Veículo Conectado na Indústria 4.0

Novamente uma visão geral, neste caso, baseando-se no conceito da indústria 4.0. O lançamento da produção do veículo não mudaria, seria iniciado pela encomenda, que contém as propriedades do produto. Uma expectativa de como funcionará essa encomenda é que pode apresentar algumas diferenças, a encomenda seria transmitida diretamente para a fábrica, sem sofrer intervenções intermediárias, ou seja: caso um cliente compre o veículo pela internet, de sua casa, essa informação seria enviada diretamente para a fábrica e seria o suficiente para lançar automaticamente a produção, que se encarregaria autonomamente de efetuar o provisionamento de peças e todo o planejamento e burocracia necessária, lançando a montagem e podendo até enviar ao cliente informações sobre o andamento de sua encomenda. Sabendo a complexidade ligada ao processo de lançar a fabricação de um veículo, que envolve muitas pessoas e recursos em geral, pode-se imaginar quão ambiciosa são as expectativas sobre este conceito.

Para a sequência da discussão é importante manter em consideração que a abordagem deste artigo simplifica alguns fatos por razões didáticas, o objetivo é utilizar discussões conceituais sobre as tecnologias e processos abordados. Este alerta é para registrar que não existe intenção de minimizar o impacto ou complexidade de determinadas ações, mas apenas se aprofundar o suficiente para compreendê-las.

Considera-se então, desde o início, a necessidade de conectividade da indústria, inicialmente, com o meio exterior. Contudo, logo na sequência, a conexão deve ser estabelecida com a planta de produção e mais especificamente com o produto, que acaba de ser iniciado. Este é um ponto interessante pois a consideração feita no capítulo “Como conectar o veículo”, leva em conta o fato de que o sistema de conectividade do veículo está operacional, o que será verdade a partir do momento em que todos os seus dispositivos de comunicação estarão montados e funcionais. No início, quando veículo é ainda várias peças dentro de uma caixa deve-se encontrar outra solução para promover a conectividade.

Sobre esta questão existem várias soluções em estudo, pois, fora do contexto automotivo aqui proposto, a indústria 4.0 encontrará, na verdade, este problema de conectividade com a maioria dos produtos. A empresa *Siemens*, por exemplo, apresentou um protótipo de uma *cyber*-indústria utilizando sistemas de RFID [7] para promover o armazenamento de dados no produto e a troca de informação deste com os meios de fabricação.

Uma solução para os passos iniciais da produção poderia ser, então, por exemplo, que informações de fabricação, que inicialmente estão nos bancos de dados da empresa, fossem integrados automaticamente ao produto, na forma de uma etiqueta de código de barras ou um dispositivo RFID. Dessa forma, no momento em que a primeira peça específica do veículo fosse produzida, ou tratada, iniciaria a possibilidade de os meios de fabricação identificarem o produto, permitindo, se necessário, o acesso das informações relacionadas a ele no banco de dados da empresa.

Outra possibilidade é que a informação sobre o produto seja armazenada e transferida através do elemento que o transporta, ou seja, cada equipamento da indústria que recebe o produto, receberá também, da unidade que o transportou até ele, as informações relacionadas ao produto, repassando a informação para o próximo meio de produção e assim por diante.

Inevitavelmente, nesta fase inicial a produção deverá utilizar uma solução clássica para trocas de dados entre o produto e os meios de fabricação, até que os sistemas de conectividade do veículo estejam operacionais.

A partir do momento em que os sistemas de comunicação do veículo estão funcionais, ele ganhará um aumento na capacidade de troca de dados com meios industriais. Permitindo desta maneira a integração do veículo na rede de comunicação industrial sem a necessidade de adicionar ao produto uma ferramenta para esse fim, ou seja, usando o sistema de conectividade próprio do veículo.

Planejar a sequência de montagem prevendo o momento oportuno no qual a conectividade do veículo será funcional pode ser estratégica, pois é esse fato que permite levar em conta o veículo como uma ferramenta de montagem. Ou seja, os meios de produção poderão ser desenvolvidos usando o fato de que o produto também fará parte do processo de montagem, auxiliando as decisões de montagem utilizando processamentos internos com dados provenientes de seus sensores e módulos, bem como de outras informações enviadas a ele por meios externos.

6. A produção Industrial em Dependência da Conectividade

A comunicação interna de uma *cyber*-indústria deverá ser robusta e segura visando tanto proteção da fabricação quanto a de dados importantes para a empresa.

Ao mesmo tempo, faz-se necessária uma rede dinâmica que deverá ser flexível e permitir uma grande variedade de aplicações e utilizações. Essa é uma característica importante para corresponder às necessidades do sistema de produção, mas que pode, por sua vez, potencializar vulnerabilidades que coloquem o sistema de comunicação em risco. O veículo conectado, inserido neste contexto, abre ainda outra porta de acesso à rede industrial, que deve, por sua vez, também receber proteção.

6.1. Robustez de Comunicação

A robustez da rede é um fator limitante para a aplicação industrial. Porém, redes industriais robustas e conectividade dos meios de produção não são novidades. Atualmente existem tecnologias confiáveis e sistemas estáveis de comunicação que já são largamente implantados pela indústria.

A indústria 4.0, porém, eleva essa questão a outro patamar. O grau de integração dos elementos industriais na rede implicará uma enorme quantidade de dados a serem transmitidos, tratados, partilhados, endereçados, arquivados, etc. A criticidade das informações exige que os sistemas garantam sua integridade e endereçamento, mesmo em modos degradados de funcionamento.

Soluções clássicas de arquitetura de redes, bem como de confiabilidade do seu funcionamento podem não ser mais ideais. Fato que abre outras oportunidades interessantes no que diz respeito ao desenvolvimento de redes, arquiteturas de redes e até protocolos inovadores, dentro do contexto, por exemplo, da “internet dos objetos” e ciência de dados “*BigData*”. Outro fator diretamente relacionado é a possibilidade de sobre carregamento de meios físicos clássicos de transmissão, que pode também ser determinante para impulsionar desenvolvimento de novas modalidades de transmissão ou viabilizar o uso de sistemas que não faziam parte do mundo industrial, criando ainda outras oportunidades de crescimento e desenvolvimento para esta área.

O fato é que a rede da indústria 4.0 deverá assegurar múltiplos tipos de acessos e transmissão de informação com formatos variados, um fluxo robusto de dados, gestão de caminhos alternativos para garantir o encaminhamento das informações, sistemas inteligentes que permitam a utilização racional de recursos da rede, minimizando possíveis faltas de disponibilidade e perda de informações, entre outras soluções que viabilizem a implantação de uma rede confiável de comunicação. O reforço da presença de equipes de informática e telecomunicações na indústria 4.0 será inevitável.

6.2.Necessidade de Segurança Contra *Cyber*-ataques

Sempre que a palavra conectividade é pronunciada, principalmente quando se fala em processos importantes que sejam dependentes dela o tema “*cyber*-ataques” é evocado. O fato merece consideração, porém, o assunto atrai a curiosidade das pessoas e consequentemente a atenção da mídia. Guardadas as devidas proporções, é sabido que empresas conectadas correm o risco de expor informações consideradas segredo industrial, ou comprometer a operação de sua indústria no caso de um possível ataque cibernético.

Com o objetivo de retirar um pouco a mística sobre esse assunto, registro aqui algumas informações básicas sobre ataques cibernético, baseada no artigo “Potential Cyberattacks on Automated Vehicles” [5]. Um ataque cibernético é o acesso à uma rede de comunicação, sem autorização, por meios físicos ou lógicos. Existem em regra geral, ataques cibernéticos considerados maliciosos, e outros, racionais. “Racionais” são aqueles que atacam em busca de algum benefício, tal como informações ou uma resposta específica do sistema. Maliciosos são os ataques que não possuem um benefício pessoal direto, por parte de quem lança o ataque, buscando, por exemplo, conseguir acessar a rede ou interferir em seu funcionamento. Existem ainda modalidades chamadas de ataques ativos e passivos, sendo o primeiro o acesso a rede executando o envio e recebimento de informações e o segundo, o ataque passivo, onde o interesse é apenas recolher dados que circulam na rede.

Um conceito interessante, também apresentado no artigo citado no parágrafo anterior [5], é a possibilidade de um ataque não intencional: um dispositivo da rede passa a se comportar de uma maneira não esperada, por um erro de funcionamento interno a esse dispositivo, causando perturbações na rede. Este seria um “*bug*” gerando instabilidade na rede. Devido ao efeito decorrente deste mal funcionamento, ele pode ser também considerado como um ataque cibernético, mesmo que não intencional, sendo que os modos e métodos para remediar esse problema também podem ser tratados dentro da tecnologia de segurança de redes.

Atualmente, as redes industriais já possuem muita segurança em relação a esse tipo de ataques. É possível definir dispositivos para filtrar os tipos de informações que circulam na rede, hierarquizar tipos de acessos e controlar o acesso à rede e aos dados, definindo, por exemplo, camadas de transferência de dados críticos. Outras soluções existentes, como criptografia, “chaves físicas de acesso” ou “*tokens*” são eficientes, mesmo criando alguns obstáculos para a flexibilização da rede.

Voltando ao conceito discutido neste artigo, o fato de usar os meios de comunicação padrões dos veículos para a conexão destes com a indústria, pode potencializar uma vulnerabilidade adicional em relação aos meios de produção e ao produto, uma vez que a rede e protocolos de comunicação serão de conhecimento público. Esse fato exigirá estratégias para inserir segurança na comunicação entre o veículo e a indústria, mesmo sendo esta transmitida por um protocolo e meios físicos conhecidos.

Outras proteções possíveis, que sistemas autônomos estão desenvolvendo [5] é o conceito de algoritmos que supervisionam a progressão da informação, identificando um possível

comportamento estranho do sistema e utilizando comparações de outras fontes de dados para encontrar possíveis indicações de funcionamento anormal ou malicioso da rede.

Retirando um pouco o foco da indústria, existe um fator que pode criar vulnerabilidade de segurança no veículo, decorrente do uso dos sistemas de conexão dele com a fábrica. Durante a produção, a indústria deve acessar configurações que alteram as características do veículo, e essa possibilidade deve ser impedida a partir do momento que o veículo sai da indústria. Ou seja, após o término da fabricação, o acesso e modificação de informações críticas do veículo, utilizando seus meios de conectividade, devem ser inibidas.

Dentre o reforço de equipes de informática, mencionadas no capítulo anterior, a existência de profissionais especializados em segurança de rede para projeto e manutenção da mesma também terão um lugar de destaque no mundo da indústria 4.0 bem como no dos veículos conectados.

7. Casos Práticos

A abordagem conceitual sobre a indústria 4.0 e o veículo conectado, efetuada até o capítulo anterior, foi focado em aspectos de implementação. A ideia deste capítulo é elencar brevemente alguns problemas e oportunidades onde a conexão de maneira global do veículo aos meios industriais trazem benefícios à produção.

Os “casos de escola” que serão apresentados a seguir são propositalmente simples, obviamente hipotéticos, quase utópicos, pois apresentam situações que ainda não estão completamente definidas. Porém, o objetivo desta abordagem é didático, visando simular o potencial do conceito abordado neste artigo em relação ao processo previsto pela indústria 4.0.

A ideia básica do veículo conectado aos meios de produção é que toda e qualquer operação que implique troca de informações entre eles possa ser efetuada, a qualquer momento e em qualquer lugar da planta de montagem, sem a necessidade de montagem, no veículo, de equipamentos específicos para este fim. Considerando, obviamente, que os sistemas de comunicação dos veículos já estejam funcionais.

7.1. Caso 1: O veículo como um sensor da fábrica

A indústria 4.0 deverá ser capaz de reunir grandes quantidades de informações sobre o estado em que se encontra o produto. Uma solução possível é equipar a fábrica com sensores para obter tais informações. Outra, seria equipar os produtos. Neste caso, os veículos possuem uma vantagem pois já integram uma grande quantidade de sensores e poderão compartilhar estas informações com a fábrica, sem uso de equipamentos adicionais.

Por exemplo, ser capaz de localizar o produto dentro da planta de montagem será uma característica importante na *cyber*-indústria, principalmente nos sistemas de produção assíncronos. Pode-se levar em conta o fato de que os veículos já são equipados com

sistemas de geolocalização para permitir ao condutor o cálculo de seus trajetos. Dessa forma, caso a planta seja projetada permitindo a existência do sinal deste sistema de geolocalização no seu interior (GPS/GLONASS/GALILEO/ COMPAS) o veículo poderá compartilhar essa informação, permitindo aos sistemas de produção conhecerem sua localização de forma precisa.

Outra tecnologia automotiva que está sendo desenvolvida em paralelo às estudadas neste artigo é a de auxílio à condução (ADAS) que integram no veículo vários sensores para monitoramento do entorno e auxiliar o condutor, bem como, sistemas autônomos ou semiautônomos à tomar decisões de condução. Este monitoramento do entorno do veículo pode ser usado para diagnóstico de casos inesperados de posicionamento ou movimentação de objetos, por exemplo, dentro da planta de produção.

Veículos equipados com monitoramento de pressão de pneus serão capazes de identificar um pneu defeituoso, auxiliando os processos autônomos a resolverem este problema. Sensores de detecção de chuva do veículo poderão identificar irregularidades dos meios de produção durante testes de estanqueidade, da mesma forma que sensores de luminosidade poderiam compartilhar informações caso o processo dependa de uma determinada quantidade de luz para seu funcionamento, etc.

A ideia é que os meios de produção acessem diversas informações disponíveis ou geradas pelos veículos, permitindo assim confirmar ou verificar eventos durante a montagem sem a necessidade de sensores e equipamentos específicos para esse fim.

7.2. Caso 2: Logística pós-produção

A gestão de envio e transporte dos veículos pós-fabricação é um problema para todas as montadoras. A dificuldade inicia ao identificar o veículo que deve ser transportado, em seguida, o carregamento correto dos caminhões e a gestão de todos os registros de veículos que saem ou que ainda estão nos pátios de estoque. O banco de dados da indústria já é, obviamente, informatizado para este fim. A inserção de dados, porém, bem como a manipulação dos veículos ainda é manual, exigindo várias etapas de verificação para minimizar erros relacionados à movimentação dos veículos. Aplicando o conceito dos produtos conectados à indústria, a partir do momento em que se necessita conhecer sua localização, o veículo poderá enviá-la, e o responsável por movimentar este veículo (seja ele um robô ou não), ao se aproximar, pode pedir, por exemplo, o acionamento de seus faróis, facilitando a identificação do mesmo em meio a todos os outros veículos presentes no estacionamento. Da mesma forma, o banco de dados da indústria será automaticamente preenchido com a informação do momento em que o veículo saiu da fábrica, e até mesmo quando ele chegou no local de entrega ao cliente.

7.3. Caso 3: Atualização à distância de *softwares* de módulos internos ao veículo.

A indústria seria capaz de efetuar atualizações de *software* dos módulos internos do veículo a distância, mesmo após a entrega ao cliente, caso estes estejam conectados à rede internet.

Por exemplo, permitindo uma evolução na qualidade destes equipamentos em caso de problemas identificados. Atualmente, para tais intervenções, os clientes devem levar o veículo à uma oficina especializada, operação que implica em investimento elevados por parte das montadoras e, algumas vezes, gera descontentamento por parte dos clientes.

7.4. Caso 4: Interação ente a indústria e o cliente.

A relação entre o cliente e a fábrica pode ser diferente, visto a capacidade de geração de informações que o veículo conectado à indústria pode gerar. O cliente poderia acessar informações sobre o progresso da fabricação, obter imagens do seu veículo sendo montado, monitorar o transporte para o recebimento do produto, entre outras possibilidades a serem inventadas para esta nova modalidade de relacionamento.

8. Abreviações

A tabela (1) abaixo descreve as abreviações apresentadas neste artigo.

ADAS	<i>Advanced Driver Assistance Systems.</i>
COMPAS	ou Beidou, Sistema de navegação e posicionamento por satélites chinês.
GALILEO	Sistema de navegação e posicionamento por satélites Europeu.
GLONASS	Sistema de navegação e posicionamento por satélites Russo.
GPS	<i>Global Positioning System.</i>
RFID	<i>Radio Frequency Identification.</i>
SIM card	Subscriber Identity Module card.

Tabela (1): Abreviações

Conclusão

A abordagem sobre a indústria 4.0 e o veículo conectado teve neste artigo um caráter conceitual, com o intuito de fomentar as discussões sobre estas novas tecnologias.

A movimentação da indústria, de maneira geral e o apoio de vários governos, mostram que a indústria 4.0 é uma tecnologia estratégica, o que permite o pressuposto de que ela representa um futuro inevitável para assegurar a competitividade das empresas.

O veículo conectado, por sua vez, já se encontra em aplicação. No entanto, diversas tecnologias estão sendo desenvolvidas em paralelo, visando a criação de uma rede ampla e específica de veículos conectados entre si e à infraestrutura do trânsito, permitindo um aumento na segurança dos transportes, planejamento inteligente de tráfego, uso inteligente de recursos energéticos, além de constituir uma base importante para a implementação de soluções de mobilidades inteligentes, como o veículo autônomo e sistemas de compartilhamento de veículos.

Estas duas considerações permitem a previsão de que, no futuro, o veículo conectado será produzido em uma indústria 4.0 e esse fato abre um mundo interessante de oportunidades. Caso o desenvolvimento destas tecnologias seja convergente, elas poderão interagir de maneira sinérgica, compartilhar interfaces que permitirão um grande nível de integração do veículo com a indústria, potencializando troca de informações entre elas, que é o ponto central e talvez o mais importante destes dois conceitos.

A preocupação com a segurança dos dados e do funcionamento das redes alcançarão um novo patamar em aplicações da indústria 4.0 bem como na dos veículos conectados. A robustez de funcionamento destes sistemas é fator determinante para o sucesso das tecnologias que necessitam viabilizar a implantação de processos industriais autônomos e, no caso do veículo conectado, promover a aceitação de clientes sensíveis aos assuntos ligados à conectividade e segurança do veículo.

Por se tratar de uma inovação complexa, o desenvolvimento do veículo conectado e da indústria 4.0 deverão contar com grandes investimentos por parte das empresas, fato que motiva a análise cuidadosa da integração entre elas, buscando viabilizar investimentos inteligentes e permitir um desenvolvimento assertivo de ambas tecnologias. Essa oportunidade também cria outros fatores de interesse, pois além do desenvolvimento “puro” de cada tecnologia em questão, as melhores soluções na integração de veículos na indústria 4.0 poderão representar um ponto de inversão no mercado de tecnologia industrial automotivo, fato que vai gerar muita disputa entre empresas de desenvolvimento que tentarão criar os padrões dessa interface e se estabelecer nas fundações destas novas eras tecnológicas.

Tendo em vista os assuntos discutidos, o desenvolvimento em conjunto da indústria 4.0 e do veículo conectado pode permitir à indústria automotiva o planejamento inteligente de investimentos e recursos, bem como, a criação de uma potente plataforma de conexão e troca de dados, possibilitando o surgimento contínuo de ideias e soluções baseadas nesta importante ferramenta que é a geração e troca de informações entre o veículo e a indústria.

Referências

1. NN, “Roulons connectés !(Véhicules connectés et systèmes de transport intelligents)”, Les Cahiers du Challenge Bibendum – Michelin.
2. Prof. Dr.-Ing. Reiner, A., “Industrie 4.0 - Advanced Engineering of Smart Products and Smart Production”
3. Valdeza, C. A., Braunera, P., Schaara, A. K., Holzingerb, A., Zieflea, M., “Reducing Complexity with Simplicity - Usability Methods for Industry 4.0”

4. Silva, R., Noguchi, S., Ernst, T., La Fortelle, A., Godoy, J. W. “Standards for Cooperative Intelligent Transportation Systems: a Proof of Concept”
5. Petit, J., Shladover S.E., “Potential Cyberattacks on Automated Vehicles”
6. Barteveyan, Industry 4.0 – Summary report, L., DLG-Expert report 5/2015
7. Nikolaus, K., “RFID-Tags: Rewriting the Rules of Logistics”,
<http://www.siemens.com/innovation/en/home/pictures-of-the-future/industry-and-automation/digitale-fabrik-rfid-in-industry.html>, acessado em março de 2015.