

WHITE PAPER

Como funciona a rede celular privada 5G?

Março 2026

Resumo

A aceleração da digitalização industrial e o rápido aumento de dispositivos conectados à IoT (Internet das coisas) criam diretamente uma necessidade crescente de rede celular privada 5G (PCN 5G).

A rede celular privada (PCN) 5G é particularmente benéfica para organizações e setores em que a conectividade sem fio confiável, segura e de alto desempenho é essencial. Essa rede permite o uso de aplicativos avançados e se adapta bem à crescente demanda por automação industrial.

Uma rede celular privada (PCN) 5G, comparada à Wi-Fi®, oferece melhor cobertura externa, tem melhor capacidade e pode lidar com mais dispositivos do que as redes móveis tradicionais (3G/4G). Além disso, oferece aos usuários a capacidade de controlar e projetar seus sistemas para atender ao seu fluxo de trabalho específico. Uma rede celular privada (PCN) 5G é um grande investimento, mas, ao mesmo tempo, quando comparada a uma instalação com fio, ela economiza custos ao eliminar a necessidade de abertura de valas e melhorar a eficiência operacional.

As redes celulares foram desenvolvidas ao longo dos anos e passaram de uma geração para outra, com cada geração passando por rápidas mudanças na capacidade e na conectividade dos dispositivos móveis.

Índice

1	Introdução	4
2	Benefícios da rede celular privada 5G	6
3	Casos de uso e aplicações de uma rede celular privada 5G	7
4	Diferenças entre redes de celular públicas e privadas	8
5	Considerações sobre segurança e privacidade na rede celular privada 5G	9
6	5G e monitoramento de vídeo	10

1 Introdução

Este informativo técnico refere-se a uma rede celular privada como uma rede que tem seu próprio núcleo e usa a tecnologia celular para fornecer conectividade dentro de um local específico. A rede principal atua como o centro de controle inteligente da rede celular privada (PCN) e é responsável, por exemplo, por gerenciar o tráfego de dados, a autenticação, as sessões de usuário, a segurança e o provisionamento de serviços.

Ao contrário das redes celulares públicas, que são operadas por operadoras de rede móvel (MNOs) e destinadas ao público, as redes celulares privadas são projetadas exclusivamente para atender às necessidades específicas de uma organização. Somente usuários autorizados podem acessar redes celulares privadas.

A rede de acesso por rádio (RAN) usa sinais de rádio para conectar dispositivos de usuários à rede celular privada 5G.

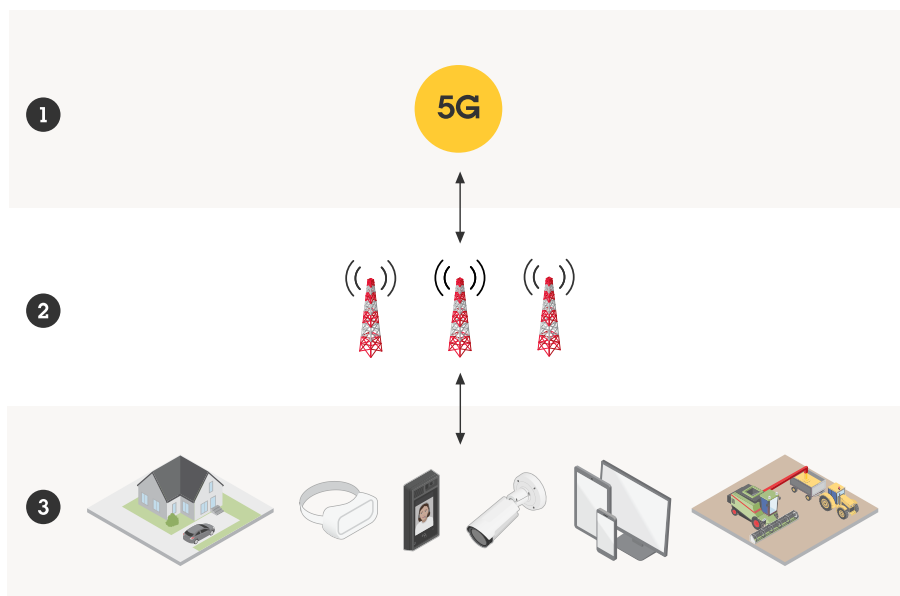


Figura 1.1 1: Rede principal 5G 2: Rede de acesso por rádio (RAN) 3: Equipamento do usuário (UE)

A 5G suporta um espectro de frequência mais amplo do que seu antecessor. Ela suporta frequências em três bandas: banda alta, banda média e banda baixa.

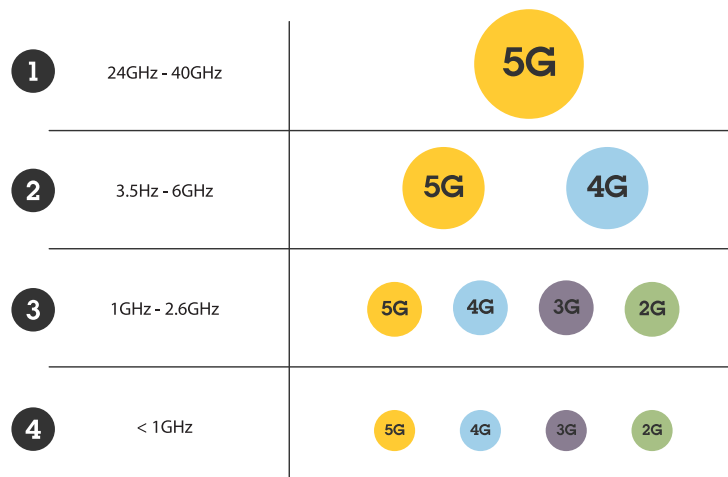


Figura 1.2 1: Banda alta 2 e 3: Banda média 4: Banda baixa

- A banda alta oferece velocidades ultrarrápidas com uma latência ultrabaixa de cerca de 1 milissegundo.
- A banda média de alta velocidade e baixa latência para dispositivos móveis permite transmissão de vídeo de alta definição, realidade virtual e aumentada e jogos em nuvem com alta confiabilidade e conectividade massiva.
- A banda baixa oferece ampla cobertura e melhor penetração em ambientes internos.

Essas bandas 5G também são chamadas de 5G sub-6G Hz e 5G de ondas milimétricas (24GHz - 40 GHz) e afetam a cobertura, a capacidade e a velocidade da rede.

A 5G é a quinta geração da tecnologia de rede celular, projetada para fornecer velocidades de dados mais rápidas, menor latência e maior capacidade em comparação com as gerações anteriores. Teoricamente, ela oferece uma velocidade máxima de download de 20 Gbps e uma velocidade máxima de upload de 10 Gbps. As velocidades reais, experimentadas pelo usuário, são normalmente mais baixas, geralmente superiores a 100 Mbps. Essas taxas de pico, obtidas principalmente por meio do espectro de ondas milimétricas, foram projetadas para suportar uma capacidade de tráfego 100 vezes superior à do 4G LTE. Com essa taxa de dados, a transmissão, o download e o upload de conteúdo com alto volume de dados são mais suaves e rápidos.

2 Benefícios da rede celular privada 5G

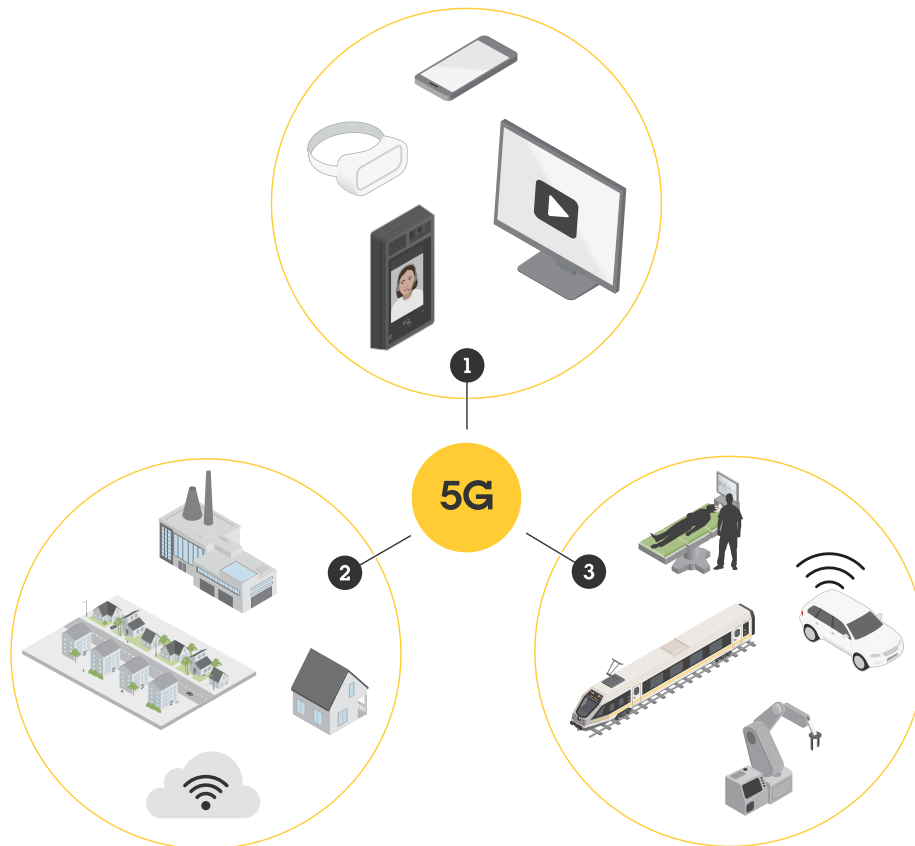


Figura 2.1 1: Banda larga móvel de alto desempenho 2: Comunicação massiva entre máquinas 3: Comunicação confiável de baixa latência

1 Banda larga móvel de alto desempenho: Com uma rede celular privada 5G, você pode alocar, controlar e dispersar a largura de banda da rede em um prédio ou local com base nas suas necessidades de conexão. Ela permite a segmentação da rede, o que significa que você pode criar várias redes virtuais com diferentes características de desempenho, dentro de uma infraestrutura física. Isso permite que as organizações adaptem a rede a casos de uso específicos. Por exemplo, um aeroporto que esteja executando uma rede celular privada (PCN) pode oferecer a uma companhia aérea sua própria rede privada como um trecho de sua PCN de uma forma mais segura do que uma rede Wi-Fi tradicional ou uma rede pública.

A rede 5G é menos suscetível a interferências e oferece mais segurança do que a rede Wi-Fi. Como a rede é privada, ela oferece maior segurança e controle sobre o tráfego de dados. Isso é importante para as organizações que lidam com informações confidenciais. Também funciona de forma independente das redes públicas e não tem o problema do congestionamento da rede de usuários públicos ou de interrupções causadas por funcionamento incorreto dos sistemas, fora do controle da organização.

2 Comunicação massiva entre máquinas: Ela oferece suporte a comunicações de IoT e máquina a máquina (M2M), que são essenciais para aplicativos industriais e empresariais modernos. Ela tem uma capacidade de cobertura maior e pode suportar mais dispositivos conectados do que a rede 4G. O número crescente de dispositivos que usam IoT e M2M mostra a necessidade cada vez maior da 5G.

3 Comunicação confiável de baixa latência: As redes 5G têm latência mais baixa, que é o tempo que um pacote leva para viajar de uma origem para um destino. Os aplicativos que exigem capacidade de resposta em tempo real, como jogos on-line, veículos autônomos e telecirurgia, requerem uma rede celular com menor latência.

Uma rede 5G privada é um grande investimento, mas também tem o potencial de economizar custos. A economia de custos pode ser na forma de custo direto de instalação e eficiência operacional. Por exemplo, em um aeroporto, a rede celular privada (PCN) ajuda a economizar custos das seguintes maneiras:

- **Instalação econômica no perímetro:** A abertura de valas ao redor de cercas grandes pode ser muito cara. A rede celular privada (PCN) não precisa de valas, desde que haja energia.
- **Instalações mais rápidas e flexíveis:** Você pode montar câmeras sem precisar de novas infraestruturas de conectividade. As valas e os cabos podem ter um impacto indesejado em várias partes de um aeroporto, inclusive nas edificações. Além disso, essas instalações com fio raramente têm um efeito estético positivo sobre o meio ambiente. A abertura de valas, a perfuração e a retirada de cabos, entre outras atividades de construção necessárias, levam tempo, criam ruído e bloqueios de rodovias que podem perturbar ou obstruir o trabalho diário nas organizações
- **A rede celular privada (PCN) complementa a infraestrutura antiga:** Em vez de substituir uma infraestrutura antiga com fio por uma nova para aumentar a capacidade, a rede celular privada (PCN) pode complementar e aliviar a carga da rede. Além disso, permite que você adicione novos dispositivos.
- **Conectividade temporária:** A rede celular privada (PCN) tem a vantagem da mobilidade, pois é difícil gerenciar um veículo em movimento conectado a uma rede com fio. Ela é útil em muitas ocasiões em que você precisa temporariamente de conectividade, por exemplo, em um campo de aviação, em uma feira comercial com clientes, em um canteiro de obras em seu campus ou em um evento interno ou externo.

3 Casos de uso e aplicações de uma rede celular privada 5G

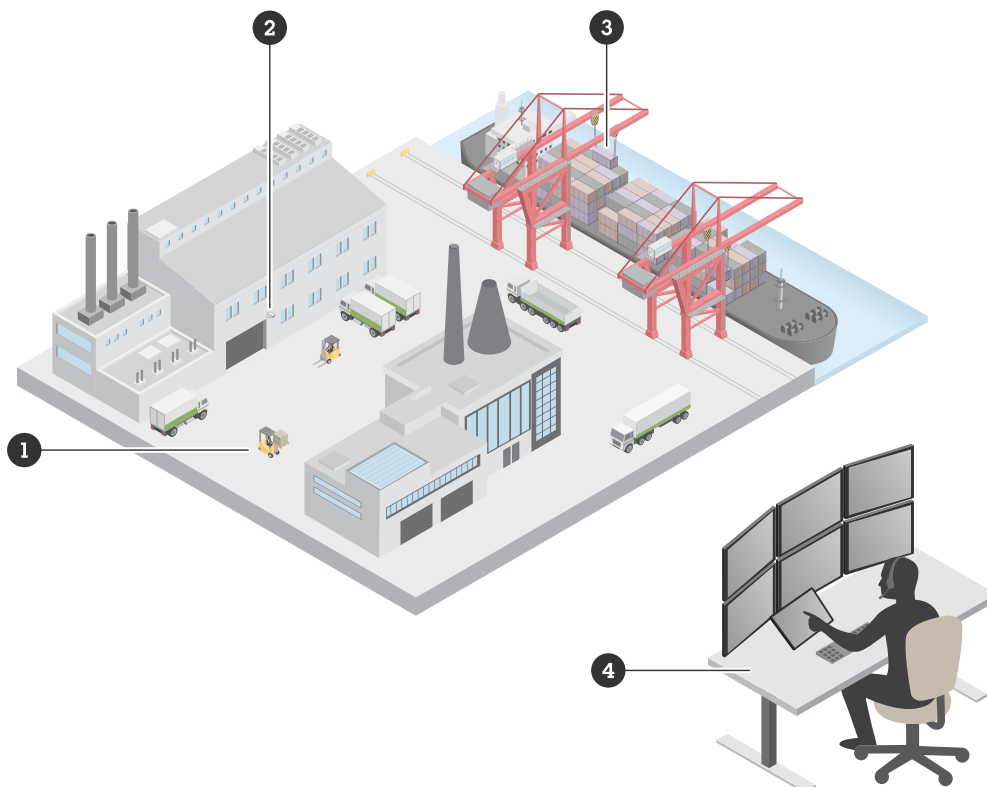


Figura 3.1 1: Rastreamento da carga de trabalho em tempo real2: Monitoramento por vídeo3: Telemetria em máquinas4: Monitoramento e operações remotas de vigilância

A rede celular privada 5G é mais adequada para organizações que operam em ambientes grandes, complexos e dinâmicos e que exigem uma conexão móvel segura e confiável.

- 1 **Rastreamento da carga de trabalho em tempo real:** a rede celular privada (PCN) 5G permite o rastreamento em tempo real. Por exemplo, as fábricas industriais e de manufatura podem precisar rastrear seus ativos em tempo real para saber sua localização e status com precisão. Para isso, elas precisam de latência ultrabaixa e conexão confiável, que a rede 5G oferece. Os hospitais também podem usar a 5G privada para conectividade confiável de dispositivos médicos essenciais à vida, consultas de telessaúde de baixa latência, telecirurgia e rastreamento de equipamentos móveis, como bombas intravenosas e cadeiras de rodas, em um grande campus, garantindo a segurança dos dados e o desempenho da rede.
- 2 **Monitoramento por vídeo:** Ambientes dinâmicos, como um porto com guindastes, caminhões e trabalhadores, precisam de monitoramento de vídeo contínuo em áreas externas e internas. A rede celular privada (PCN) 5G oferece ampla cobertura e transferências contínuas de que um porto precisa para rastrear ativos, gerenciar veículos autônomos e manter as operações funcionando sem interrupções.
- 3 **Telemetria em máquinas:** Para prever a necessidade de manutenção de uma máquina, a análise operacional e ser capaz de controlá-la remotamente, você precisa de um fluxo constante de dados dela. Esses dados podem incluir a posição do spreader (espalhador), o peso da carga e a temperatura do motor. Por exemplo, um enorme guindaste de navio para costa pode se tornar um ativo digital totalmente conectado. Uma conexão 5G privada substitui os carretéis de cabos de fibra óptica frágeis e de manutenção pesada e transmite eletronicamente informações críticas sem fio. Simultaneamente, a mesma conexão pode transmitir fluxos de vídeo de câmeras montadas no próprio guindaste, proporcionando aos operadores uma visão clara do contêiner e de seus arredores.
- 4 **Monitoramento e operações remotas de vigilância:** As infraestruturas críticas (energia, serviços públicos, mineração) e os grandes locais (aeroportos, estádios) geralmente precisam monitorar o local e operar remotamente seus equipamentos. Uma empresa de serviços públicos, por exemplo, precisa monitorar seus sensores de rede. Uma conexão 5G privada pode lidar com ambos, ou seja, locais de monitoramento e máquinas operacionais, ao mesmo tempo em que garante um desempenho eficiente para o tráfego de operações críticas.

4 Diferenças entre redes de celular públicas e privadas

Enquanto uma rede celular privada é dedicada a uma organização específica, uma rede celular pública é compartilhada e usada pelo público em geral. Embora ambas forneçam conexões da rede, há algumas diferenças entre elas. Entre elas:

Recurso	Rede privada	Rede pública
Propriedade	Uma rede privada dedicada é separada de qualquer rede móvel operada publicamente. É operada exclusivamente para uma organização. Ela fornece à organização o controle total da rede, dos dispositivos e das políticas de segurança.	Ela pertence e é operada pelas operadoras de rede móvel (MNOs) e os usuários finais têm controle limitado.
Configurabilidade	Uma rede celular privada (PCN) fornece à organização o controle total da rede, dos dispositivos e das políticas de segurança.	Você tem menos possibilidades de configurações de rede específicas para sua assinatura.

	A organização pode configurar os recursos de rádio de uplink e downlink, bem como definir níveis de QoS, configurar trechos de rede e estender a rede como julgar necessário.	Todas as configurações precisarão passar pela administração da operadora de rede móvel (MNO). No entanto, é possível criar uma sub-rede virtual (trecho de rede) da rede de uma MNO que se comporta como uma rede privada e, assim, usar o núcleo e os nós de rede da MNO em vez de possuir seu próprio equipamento de rede.
Modelo de custos	Requer um investimento significativo para comprar e implantar seu hardware e para manter a rede. No entanto, é um investimento único e, com ele, você pode usar dados ilimitados.	As MNOs são licenciadas pelo governo e devem seguir determinadas regulamentações. Você precisa pagar uma taxa de assinatura para a operadora de rede móvel (MNO).
Segurança	É altamente segura porque você pode gerenciar diretamente a segurança, manter os dados no local e atravessar a Internet pública ou a rede das operadoras de telefonia móvel (MNOs) com segurança. Os cartões SIM privados também adicionam um nível extra de segurança através do PIN do SIM, se configurado.	Você precisa confiar seus dados a políticas e segurança de dados de terceiros. Além disso, os dados trafegam pela infraestrutura compartilhada das operadoras de rede móvel (MNOs).
Acesso e cobertura	Ela tem baixa latência e ampla cobertura de área porque a conexão e o acesso são restritos apenas a dispositivos autorizados e implantados onde for necessário para a organização. Você pode controlar cada dispositivo em relação à quantidade de dados que um dispositivo pode usar e sua qualidade de serviço.	Sua cobertura é limitada e existe a possibilidade de congestionamento da rede. Isso ocorre porque o seu dispositivo, juntamente com muitos outros dispositivos, compete por recursos compartilhados e você não tem controle sobre quem usa os dados e a quantidade de dados usados.

Em resumo, uma rede pública tem um modelo simples, baseado em assinatura, e é útil quando um desempenho razoável é suficiente. Uma rede privada é necessária quando o desempenho, a segurança e a confiabilidade são essenciais para as operações de uma organização e não podem ser comprometidos.

5 Considerações sobre segurança e privacidade na rede celular privada 5G

Uma rede celular privada oferece às organizações uma conexão segura e privada. Além disso, com uma rede celular privada, as organizações têm a propriedade e o controle de seus dados.

Além de proteger o acesso à rede através dos cartões SIM, uma criptografia de ponta a ponta ajuda a proteger os dados operacionais e pessoais. Somente usuários, dispositivos, aplicativos e sistemas autorizados devem ter permissão de acesso à rede.

O acesso físico ao servidor central local ou à unidade de rádio deve ser limitado e controlado. Isso serve para garantir que somente as pessoas com acesso autorizado possam acessar os componentes físicos da segurança de sua rede.

Consulte abaixo alguns riscos de segurança na rede celular privada (PCN) 5G:

- **Configuração incorreta:** Um trecho de rede mal configurada pode contornar os controles compartilhados. Isso pode criar uma brecha na segurança que é difícil de detectar e fácil de explorar.
- **Ataques de canal lateral:** Pode ser possível extrair informações de sinais indiretos, como tempo, consumo de energia ou uso de memória.
- **Negação de serviço (DoS):** Os invasores podem bloquear canais de acesso de rádio, sobrecarregar APIs ou inundar um trecho da rede.
- **Espionagem e análise de tráfego:** Os dados em uma rede 5G são criptografados, mas nem sempre os metadados. Os invasores que observam os padrões de tráfego podem inferir o comportamento do usuário, a localização ou o tipo de aplicativo.
- **Ataques do tipo "homem-no-meio" (MITM):** Um dispositivo pode simular uma estação base 5G e comprometer a confidencialidade e a integridade.

6 5G e monitoramento de vídeo

Embora uma rede 5G use uma arquitetura baseada em IP, ela difere significativamente na camada 2 (camada de ligação de dados). Isso faz com que uma rede 5G apresente um comportamento diferente de uma rede com fio ou Wi-Fi.

O comportamento padrão de uma câmera IP é ser passiva e aguardar que um cliente estabeleça conexão com ela. Através de um VMS (sistema de gerenciamento de vídeo), as câmeras são frequentemente descobertas por protocolos como mDNS (Multicast DNS) ou UPnP (Universal Plug and Play). Esses protocolos dependem muito da camada de ligação e não são compatíveis com uma rede 5G. Para integrar uma câmera em uma rede celular privada (PCN) 5G a um VMS antigo, como Genetec, Milestone ou AXIS Camera Station, a câmera deve possuir um endereço IP estático conhecido. Também é possível fazer a varredura de um intervalo de IP a partir do VMS; no entanto, a câmera ainda precisa de um endereço IP estático dentro de um intervalo de endereços IP conhecido.

Ao usar, por exemplo, WebRTC ou uma solução VPN, você não depende de um endereço IP estático conhecido, pois o cliente e o servidor estabelecem conexão através de um servidor conhecido comum. No entanto, isso não é suportado nativamente por uma câmera Axis ou por qualquer VMS antigo.

A rede celular privada (PCN) 5G operando na banda média (abaixo de 6 GHz) suporta uma largura de banda máxima de 100 MHz, o que limita a taxa de bits disponível. Além disso, a qualidade do sinal pode mudar em um dispositivo em movimento. Um dispositivo imóvel também pode sofrer alterações no ambiente de rádio que afetam a qualidade do sinal e, portanto, a taxa de bits disponível no canal. Em comparação com uma rede com fio, uma rede celular privada (PCN) 5G tem uma taxa de bits mais limitada e imprevisível e, portanto, é mais suscetível a congestionamentos.

Um perfil de fluxo de vídeo clássico costuma ser muito irregular (com picos acentuados). Um quadro I gera um grande volume de dados que precisa ser transmitido em um curto período. Em caso de largura de banda insuficiente, isso pode causar buffers quebrados, latência, queda de quadros e baixa qualidade de vídeo.

Em comparação com uma rede com fio, uma rede celular privada (PCN) 5G, operando na banda abaixo de 6 GHz, tem uma latência adicional de aproximadamente 10 ms. Isso é irrelevante para casos de uso de monitoramento, como visualização ao vivo e controle PTZ (Pan-Tilt-Zoom), mas é essencial para outros casos de uso, como veículos autônomos. O congestionamento da rede pode causar um aumento significativo da latência.

Sobre a Axis Communications

A Axis possibilita um mundo mais inteligente e seguro, aprimorando a segurança, proteção, eficiência operacional e inteligência nos negócios. Como uma empresa de tecnologia em rede e líder do setor, a Axis oferece soluções de videomonitoramento, controle de acesso, intercomunicação e áudio. Essas soluções são aprimoradas por meio de aplicativos de análise inteligentes e apoiadas por treinamentos de alta qualidade.

A Axis conta com cerca de 5.000 funcionários dedicados, em mais de 50 países, e colabora com parceiros de tecnologia e integração de sistemas em todo o mundo para oferecer soluções aos clientes. A Axis foi fundada em 1984 e está sediada em Lund, na Suécia.