

Departamento de Engenharia Informatica e de Sistemas

Instituto Superior de Engenharia de Coimbra

Licenciatura em Engenharia Informatica

Cablagem Estruturada

2020/2021



Trabalho Prático A

Internet Quântica

Prof.: Luis Santos

Filipe Oliveira - 2018018618

Índice

Introdução	3
O que é a Internet quântica?	4
Transmissão de dados num estado quântico	4
A base de um estado quântico	4
O emaranhamento de um estado quântico	5
Segurança e transmissão.....	6
Exemplo da utilização da Internet Quântica.....	8
Conclusão	10
Bibliografia/Webgrafia.....	10

Introdução

Este trabalho de pesquisa tem como objetivo a exploração e aprendizagem do que é a internet quântica. O documento tem como objetivo responder às seguintes perguntas:

- O que é este sistema de comunicação?
- O que são qbits?
- Como funciona a passagem de dados?
- Como impedir que exista perda de dados na transferência de dados?
- Como manter uma comunicação segura entre duas partes?
- Que fundamentos da cadeia de cablagem estruturada são necessários para implementar este sistema de comunicação?

O que é a Internet quântica?

Para entender o que é a internet quântica é preciso entender o que é a internet em si, não é nada mais nada menos que um grande conjunto de dispositivos conectados que trocam informação entre si. Esses dispositivos podem estar conectados através de cabos ou tecnologias sem fios.

Para termos uma internet quântica teríamos de substituir todos o sistema de comunicação por fibra ótica, isto porque o que é transmitido não são bits como é de uso generalizado mas sim q-bits. A transmissão de q-bits entre 2 partes é a internet quântica, ou seja, significa que existe uma transmissão de dados através de um estado quântico.

Transmissão de dados num estado quântico

A base de um estado quântico

Um conceito importante na computação quântica são os q-bits que ao contrario dos bits que só podem ser 0 ou 1, q-bits podem ser 0 ou 1 ao mesmo tempo, faz nos lembrar a história do gato de schrodinger que diz que se colocarmos um gato numa caixa com um frasco selado de veneno que pode ser aberto num momento aleatorio, ate abrirmos a caixa podemos considerar o gato como morto ou vivo.

Para um dado sistema quântico, escolhemos uma base vetorial padrão com dois estados distinguíveis: 0 e 1, também conhecida como base padrão da computação quântica. Portanto, um q-bit pode ser escrito como uma superposição de estados da base computacional e formam uma base ortonormal nesse espaço vetorial. Matematicamente, podemos escrever:

$$w = \alpha(0) + \beta(1),$$

onde α e β são as amplitudes de probabilidades dos respectivos estados da base, com $\alpha^2 + \beta^2 = 1$. Podemos também mapear essas amplitudes de probabilidades α e β em função dos ângulos θ e ϕ , como: $w = \cos(\theta/2) |0\rangle + \sin(\theta/2)e^{i\phi} |1\rangle$. Com essa descrição do estado do q-bit podemos agora obter uma visualização de todos os estados possíveis sobre a superfície de uma esfera com raio unitário.

Essa descrição geométrica do q-bit é chamada de representação de esfera de Bloch, onde um ponto sobre a esfera é dado pela representação acima e, os polos são as bases computacionais, 0 e 1.

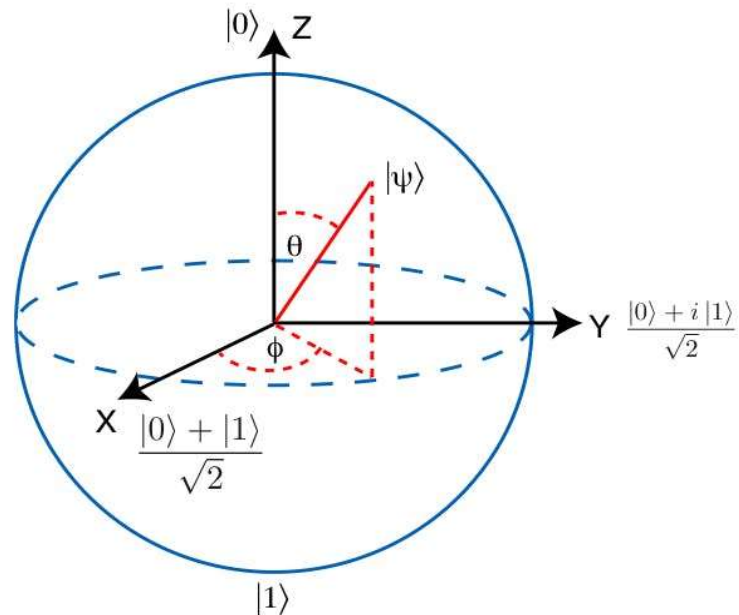


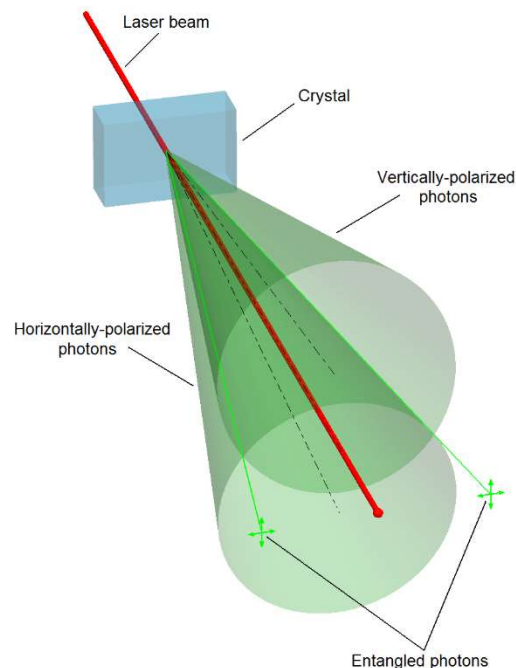
Figura 1

O emaranhamento de um estado quântico

Depois de entendermos como é feita a transmissão de dados precisamos de entender como o podemos fazer da forma mais eficaz possível. Se transmitirmos dados num estado quântico surgem novos desafios para além das limitações da própria fibra ótica, como perdas no cabo e nos acopladores dado aos fenómenos de ruído quântico e decoerência quântica. De acordo com a mecânica quântica, não se pode clonar um estado quântico perfeitamente. Isso torna amplificar um sinal quântico altamente complexo. Além disso, a amplificação geralmente vem com o custo de também amplificar o inevitável ruído quântico. Como tal para evitar perdas os cabos de fibra ótica não devem ter mais do que 100 Km. Por outro lado, ainda podem ocorrer perdas durante as etapas do acoplamento da fibra ao gerador e ao

detector. Para evitar isso, é uma boa ideia projetar geradores de emaranhamento com as conexões totalmente em fibra.

O emaranhamento começa com um cristal não linear que é bombardeado por um laser ultra violeta. Uma pequena porção dos fótons da bomba decai em um par de fótons. Um é polarizado horizontalmente, enquanto o outro é polarizado verticalmente. Nas regiões sobrepostas dos cones de emissão, a polarização torna-se indistinguível, de modo que a função de onda quântica de dois fótons descreve um estado emaranhado.



Depois dos pares de fótons emaranhados serem gerados, o próximo passo é transferi-los ou distribuí-los entre os vários nós de uma rede quântica. *Figura 2*

Segurança e transmissão

Outro desafio é descobrir como manter a segurança do canal quântico contra ataques de interceptação. A comunicação quântica segura poderia ser realizada por meio de um efeito mecânico quântico chamado teletransporte quântico, que é baseado no compartilhamento de partículas quânticas emaranhadas entre dois nós dos canais de comunicação quântica.

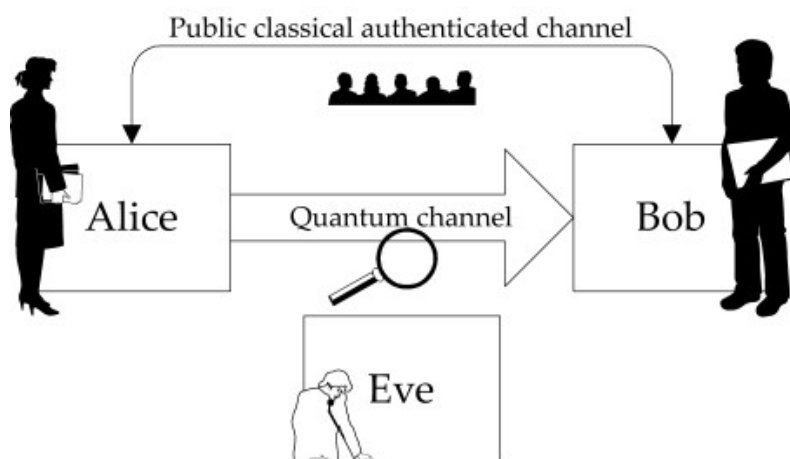


Figura 3

Esses nós são geralmente nomeados como Alice, o remetente, e Bob, o receptor. Devido às correlações não locais entre as partículas emaranhadas, Bob pode reproduzir o q-bit de Alice, sem qualquer transferência física

desse q-bit. O problema técnico de transferir um estado quântico de Alice para Bob é ter a certeza de que todo o ruído na geração e distribuição do estado emaranhado pode ser limpo a fim de produzir um único estado emaranhado puro necessário no protocolo de teletransporte.

Para distribuir partículas emaranhadas entre Alice e Bob separados por longa distância, pode-se começar gerando muitos pares emaranhados em escalas de comprimento menores e, em seguida, trocando o emaranhamento por correlação quântica desses pares com as partículas muito separadas. A purificação deve ser aplicada em todas as fases. No final, teríamos um par emaranhado separado a longa distância.

A ideia de troca de emaranhamento é baseada no processo de retransmissão quântica no qual o emaranhamento entre os nós vizinhos mais próximos é teletransportado sobre os nós intermediários para estabelecer um emaranhamento em uma escala de comprimento

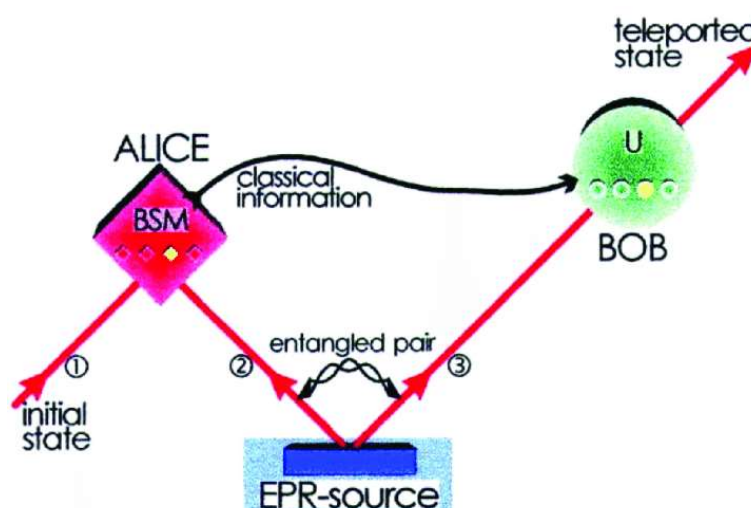


Figura 4

maior. As combinações de processos de retransmissão quântica com uma memória quântica que pode armazenar o emaranhamento permitiriam aplicações de longa distância mais

eficientes desse esquema até que uma ligação emaranhada quebrada na rede intermediária pudesse ser reparada.

Além do ruído quântico e da decoerência, um sinal quântico transmitido através da fibra ótica pode sofrer os efeitos usuais da mudança de forma da fibra - ou seja, absorção, dispersão e não linearidade. Os efeitos de compensação de dispersão usuais que seriam suficientes para sinais clássicos não podem compensar as mudanças no estado quântico. Para fazer *solitons* quânticos que possam preservar tanto o estado quântico quanto a forma de impulso, pode-se combinar a fibra usual com um sistema de dois níveis. Isso permite a criação de uma linha de transmissão com dispersão de velocidade de grupo com média de caminho zero, bem como com modulação de fase automática com média de caminho zero para que os *solitons* quânticos possam ser suportados. Estes são chamados de solitons de transparência auto-induzidos.

Exemplo da utilização da Internet Quântica

O teletransporte quântico tem fascinado físicos desde que foi introduzido em 1993. Quase ao mesmo tempo, grupos em Innsbruck e Roma demonstram teletransporte usando fótons. Eles usaram fótons emaranhados de polarização produzidos por uma fonte de conversão descendente paramétrica, juntamente com divisores de feixe de polarização para implementar um medição

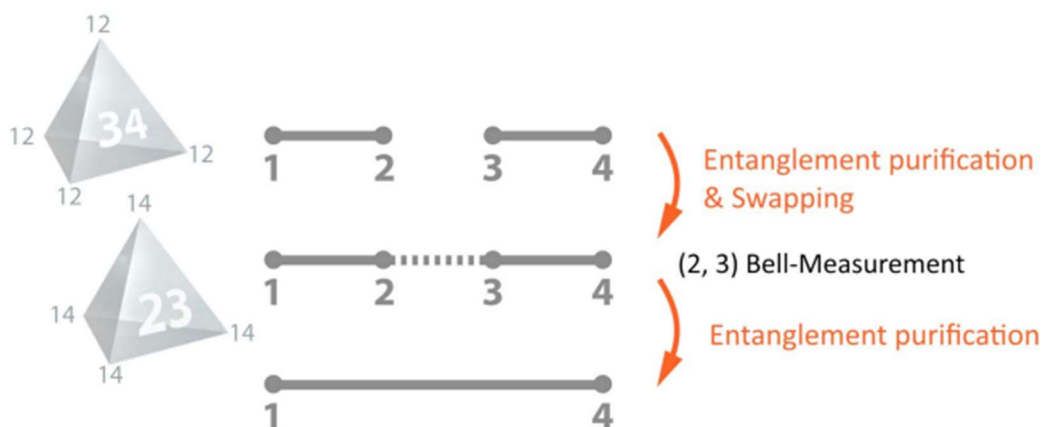


Figura 5

Bell incompleta, onde, no entanto, o teletransporte teve sucesso apenas em 25% de todos casos.

O teletransporte em grandes distâncias de até 140 km foi realizado usando fótons, onde uma das experiências mais proeminentes demonstrou um teletransporte entre duas das ilhas Canárias. Recentemente, uma experiência semelhante mostrou com sucesso a troca de emaranhamento de longa distância.

Experiências semelhantes foram realizadas posteriormente usando campos de luz e íons aprisionados. Enquanto a última demonstrou o protocolo de teletransporte completo deterministicamente, o teletransporte foi feito em curta distância, apenas entre íons vizinhos. O teletransporte entre sistemas atômicos distantes, ou usando outros suportes de informação, como pontos quânticos e q-bits de estado sólido, mas também teletransporte entre duas informações diferentes portadoras, como entre campos de luz e conjuntos atômicos, ou de fótons para q-bits de estado sólido, onde posteriormente realizados. Para uma comunicação quântica em longas distâncias tais interfaces quânticas permitem mapear informações quânticas de um sistema para outro com um papel importante.

Conclusão

Este trabalho foi realizado no âmbito da disciplina de Cablagem Estruturada sendo o principal objetivo do trabalho concluído, ganhar conhecimentos sobre a internet quântica.

Concluindo, é justo dizer que a internet quântica não é uma possibilidade abstrata, mas já é uma realidade.

Bibliografia/Webgrafia

https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1806-11172018000400406&script=sci_arttext

<https://www.ic.unicamp.br/~bit/arquivos/tg.pdf>

https://en.wikipedia.org/wiki/Quantum_network

https://www.osa-opn.org/home/articles/volume_19/issue_3/features/quantum_entanglement_in_optical_fiber/