

POLITECNICO DI TORINO

Collegio di Ingegneria Gestionale

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale

Tesi di Laurea Magistrale

Le chiavi digitali nel mondo automotive: dai sistemi PEPS alla Perfectly Keyless



Relatore

Prof. Carlo Cambini

Candidato

Francesca Degasperis

A.A.2018/2019

INDICE

Abstract	1
Introduzione.....	2
1 Bosch: storia, attualità, mercati.....	3
1.1 Una storia di invenzioni e innovazioni.....	3
1.2 Oggi nel mondo.....	12
2 Evoluzione delle chiavi delle autovetture.....	22
2.1 Soluzioni PEPS	29
2.2 Perfectly keyless.....	35
2.2.1 Vantaggi e applicazioni della Digital Key	38
2.3 Car Connectivity Consortium	46
3 Considerazioni economiche e strategiche	48
3.1 Le cinque forze di porter.....	50
3.2 Swot analysis.....	57
3.3 Digital key e sharing economy.....	59
3.4 Da prodotto a servizio	61
3.5 Conclusioni	63
Sitografia	69

ABSTRACT

Questo lavoro è finalizzato all'analisi dei sistemi di chiusura e apertura veicolo. Sarà inizialmente esposta la storia della chiave e saranno presentate le varie opzioni attualmente in commercio, da quelli più conosciuti a quelli proiettati sempre più verso l'integrazione della chiave nei devices, presentando quelli maggiormente innovativi, come la Perfectly Keyless di Bosch.

INTRODUZIONE

Lo scopo di questo lavoro, svolto nel contesto di uno stage nella società Robert Bosch GMBH Branch in Italy, vuole essere quello di analizzare sotto diversi punti di vista (del proprietario, dei gestori delle flotte e delle case automobilistiche) la scelta dell'adozione della chiave digitale, integrata nello smartphones o in altri devices, per le autovetture, in particolare in termini di servizi aggiuntivi che può offrire tale soluzione.

Nel primo capitolo verrà presentata in breve la storia della Robert Bosch GMBH, le attuali divisioni e le relative categorie di prodotti, soffermandosi sui prodotti Automotive (in particolare i prodotti di punta della divisione Automotive Electronics).

Nel secondo capitolo verrà fatto un breve excursus sull'evoluzione delle chiavi delle autovetture, prendendo in considerazione i passaggi che hanno portato dalla chiave fisica ai sistemi Keyless Entry/Keyless Go e infine alla Digital Key. Verranno illustrate le principali soluzioni Passive Entry/Passive Start attualmente sul mercato, con accenno ai relativi pro e contro, e successivamente la soluzione proposta da Bosch, chiamata Perfectly Keyless, analizzandone le possibili applicazioni (dal punto di vista del proprietario dell'auto ma anche nell'ambito della gestione delle flotte o dei servizi di car sharing). Contestualmente si farà accenno anche allo standard che il Car Connectivity Consortium (CCC) sta cercando di definire in merito all'utilizzo della Digital Key.

Nel terzo e ultimo capitolo verrà presentata la cosiddetta Analisi delle forze di Porter relativa alla tecnologia proposta da Bosch, presentando alcune soluzioni proposte dai principali competitors, e ne verranno prese in considerazione le opportunità, le minacce, i punti di forza e i punti di debolezza (analisi Swot). Si faranno poi alcune considerazioni sulla relazione tra la diffusione della chiave digitale e il fenomeno della sharing economy, e sul passaggio da prodotto a servizio. Infine verranno tratte alcune conclusioni riguardanti i costi da sostenere, confrontati con i benefici che si possono ottenere dall'implementazione e dalla diffusione e utilizzo della digital key in ambito automotive, sia dal punto di vista del produttore automobilistico, sia da quello del proprietario della vettura.

1 BOSCH: STORIA, ATTUALITÀ, MERCATI

1.1 UNA STORIA DI INVENZIONI E INNOVAZIONI

L'inizio della storia che porterà alla nascita della Robert Bosch GmbH, che fin dal principio si distinguerà per la spinta innovativa e l'impegno nel sociale, si ha nel 1886, quando Robert Bosch fonda, a Stoccarda, l'"Officina di meccanica di precisione ed elettrotecnica". Dopo i primi alti e bassi, nel novembre 1886, Robert Bosch si trasferisce nella sua prima officina, collocata nella parte occidentale di Stoccarda, affiancato da un operaio specializzato e un apprendista. Bosch effettua diversi lavori di meccanica di precisione e di elettrotecnica, tra i quali l'installazione di impianti telefonici e campanelli elettrici. Gli viene anche chiesto di costruire un sistema di accensione magnetica per un motore a combustione interna, a partire da un progetto esistente, che lui riesce addirittura a migliorare, avviando così la produzione di sistemi di accensione magnetica. Dal 1897, Bosch comincia ad installare nelle automobili dispositivi di accensione magnetica, utilizzata per la prima volta nello stesso anno su una Dion Bouton a tre ruote. Nel 1902 Gottlob Honold, ingegnere responsabile in Bosch, sviluppa una soluzione ancora migliore, il sistema di accensione magnetica ad alta tensione con candela, prodotto che permetterà a Bosch di diventare un fornitore leader a livello mondiale per il settore automobilistico, registrando il brevetto.



Figura 1.1.1: primo sistema di accensione magnetica ad alta tensione con candela del 1902^[1]

Oltre al già citato sistema di accensione magnetica ad alta tensione, Honold crea anche altri prodotti Bosch, quali sistemi di illuminazione, motorini di avviamento e clacson. Rimasto per lungo tempo responsabile della produzione, dopo essere stato anche apprendista di Bosch, viene così ricordato dallo stesso Bosch, dopo la morte avvenuta prematuramente nel 1932: "Quando Honold finiva un nuovo pezzo e lo passava alla produzione, il mondo Bosch richiedeva a gran voce il prodotto finito"^[1].

La prima fabbrica viene realizzata completamente in calcestruzzo armato, il che la rende molto avanzata per il 1900, nonostante la facciata realizzata in stile rinascimentale. Lo stabilimento Bosch nel giro di pochi anni si espande, fino a diventare, nel 1905, dall'unico edificio originario, un sito di notevoli dimensioni. Nel frattempo, nel 1898, insieme all'inglese Frederic Simms, Bosch fonda la prima azienda al di fuori della Germania, a Londra, cosa che costituisce il primo passo verso il mercato globale, a cui seguono presto altri punti vendita in altri paesi europei. I dazi doganali e le lunghe distanze spingono però Robert Bosch ad avviare la produzione anche Parigi, nel 1905.

All'inizio del nuovo secolo cominciano a svolgersi le prime grandi corse automobilistiche internazionali, cosa che per i produttori di auto e per i loro fornitori diventa occasione per mostrare la propria bravura: Bosch la dimostra grazie alla vittoria del belga Camille Jenatton alla Gordon Bennet Cup in Irlanda, nel 1903, con una Mercedes dotata del sistema di accensione Bosch, in grado di resistere anche alle condizioni più difficili.

Nel 1906, grazie ad una pubblicità dei sistemi di accensione magnetica sui giornali americani, Bosch riceve ordini per un milione di dollari e ottiene un raddoppio delle vendite in un solo anno; così, nel 1912, comincia a realizzare il suo prodotto di punta in una fabbrica a Springfield, in Massachusetts. Bosch comincia a prendere in considerazione anche altri mercati nel mondo (Sudafrica, Australia, Cina, Giappone), e nel 1913 le attività al di fuori della Germania arrivano a rappresentare l'88% delle vendite dell'azienda. In quegli anni le automobili cominciano a diventare un oggetto d'uso quotidiano, e le velocità maggiori richiedono una maggior sicurezza, così Bosch negli anni 1913 e 1914 lancia nuovi prodotti, tra cui "Bosch light" (un sistema di illuminazione elettrica costituito da fanali, un generatore, un regolatore e una batteria, al fine di rendere la guida notturna più sicura) e il motorino d'avviamento, che garantisce un'affidabilità ancora maggiore.



Figura 1.1.2: Delaunay-Belleville dotata di sistema di illuminazione, sistema di accensione e motorino di avviamento elettrico Bosch^[1]

Allo scoppio della Prima Guerra Mondiale, nel 1914, tutti i mercati esteri scompaiono, la ricerca e lo sviluppo vengono interrotti e la produzione si concentra sugli armamenti. Al posto delle accensioni magnetiche, Bosch comincia a produrre detonatori per granate. Inoltre, poiché circa la metà degli addetti viene chiamata al servizio militare, le donne prendono il loro posto a lavoro. Bosch allestisce anche un ospedale in un nuovo capannone, destinato inizialmente alla produzione di fanali.

Gli uffici di vendita e i marchi commerciali vengono confiscati durante la guerra, ma l'azienda Bosch rilevata negli Stati Uniti continua a utilizzare il noto logo Bosch per la pubblicità. Per evitare confusione, nel 1918 il capo innovazione Gottlob Honold crea un logo con un'ancora nel cerchio, intrinsecamente collegato a Bosch ancora oggi.

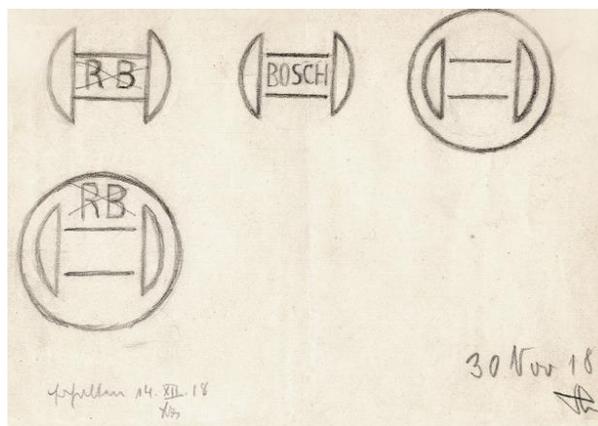


Figura 1.1.3.: logo Bosch ideato da Gottlob Honold nel 1918^[1]

Al termine della guerra, la società per azioni rinominata Robert Bosch AG si trova ad affrontare numerose sfide, come la maggiore concorrenza, che ostacola il ritorno al mercato globale, e il fatto che i brevetti erano stati revocati. Nonostante ciò i vecchi contatti vengono ripristinati, si aprono nuovi mercati e l'azienda si concentra sull'innovazione. Insieme al partner svedese Fritz Egnell, nel 1921 Bosch fonda la AB Robo in Svezia, per la vendita di prodotti Bosch in Scandinavia.

Negli anni appena successivi vengono ideate nuove soluzioni per far fronte all'esigenza di sicurezza sulle strade, diventate molto più trafficate. Tra questi ci sono i fanali per motociclette e biciclette, il clacson, i tergicristalli e l'accensione alimentata a batteria. Nel 1921 Bosch lancia inoltre le sue officine "Bosch Car Service" al di fuori della Germania, un'operazione dal successo così rapido che nel 1930 si possono contare già 2.750 officine in 70 paesi, cosa che contribuisce a diffondere il marchio Bosch in tutto il mondo. Nel mentre però la concorrenza raggiunge gli standard di qualità di Bosch, ma con una produzione più rapida ed economica, grazie alla catena di montaggio che anche Bosch aveva cominciato a introdurre gradualmente a partire dal 1925. Da 50 giorni per produrre un sistema di accensione magnetica completo, la catena di montaggio riduce il tempo a soli cinque giorni.

A partire dal 1926 Bosch è costretto a rivedere la propria gamma di prodotti a causa di una grave crisi nell'industria automobilistica tedesca. Ciò richiede un miglioramento dei prodotti, oltre a business innovativi, come la tecnologia radio e televisiva.

Nel 1927 viene realizzata la pompa per l'iniezione diesel per gli autocarri (la prima pompa di iniezione diesel per automobili verrà presentata sul mercato nel 1936), un passo ulteriore verso lo sviluppo dei motori diesel, che non richiedono, a differenza dei motori a benzina, accensione magnetica.



Figura 1.1.4: pompa di iniezione diesel per autocarri del 1927^[1]

Sempre nel 1927, Hermann Steinhart, un ingegnere Bosch, sviluppa un nuovo dispositivo, il "Forfex", che apre la strada alla produzione dei martelli tassellatori.

Gli eccessivi costi di trasporto e le barriere doganali inducono poi Bosch a concludere delle partnership in Francia, Gran Bretagna e Italia per la produzione locale e in Australia e Giappone per la produzione su licenza Bosch.

Nel 1929 Bosch fonda la Fernseh AG (FESE), che nel 1936 fornirà i primi dispositivi di registrazione elettronica per le Olimpiadi di Berlino e presenterà i primi "ricevitori televisivi domestici".

Quando il nazionalsocialismo sale al potere, Bosch si trova ad affrontare nuove sfide. Il regime ordina di effettuare attività di ricerca e sviluppo sulla tecnologia di iniezione a benzina per motori aeronautici e dà inizio alla costruzione di nuovi impianti. La tecnologia televisiva

diviene inoltre il principale interesse militare. Con l'inizio della Seconda Guerra Mondiale Bosch è nuovamente costretto ad indirizzare la produzione ad armamenti militari. D'altra parte, supporta attivamente la resistenza contro il regime nazionalsocialista.

Vengono assunti gli ebrei perseguitati, al fine di salvarli dalla deportazione nei campi di concentramento o, in alternativa, vengono supportati economicamente al fine di poter emigrare. Nel corso della guerra gli Alleati bombardano gli stabilimenti Bosch, ma Robert Bosch non fa in tempo a vedere le sue fabbriche rase al suolo, in quanto muore nel 1942, lasciando chiare istruzioni ai suoi successori su come gestire la sua azienda.

Nel 1945 circa la metà delle fabbriche Bosch in Germania era stata distrutta dalle bombe degli Alleati, a causa del ruolo di fornitore di veicoli militari durante la Guerra, che aveva reso Bosch un obiettivo strategico. L'azienda è così costretta a ricostruire le fabbriche e creare nuovo lavoro per i suoi dipendenti. Per poter dare nuovo lavoro ai dipendenti e pagare i loro stipendi, Bosch torna a produrre, nelle fabbriche in rovina, padelle ricavate dagli elmetti d'acciaio, carrelli e ombrelli, prodotti quindi che i dipendenti possono usare o scambiare con altri beni essenziali. Tuttavia, sebbene costretta a rivelare i propri brevetti alla concorrenza, l'azienda Bosch rimane quasi intatta.

Prima dell'ascesa al potere di Hitler più del 50% delle vendite di Bosch proveniva da business internazionali. Dopo il 1945 questa percentuale si avvicina allo zero e le proprietà dell'azienda all'estero vengono confiscate. Nonostante ciò gli esecutori testamentari ricostruiscono l'azienda in base ai desideri e al testamento del fondatore, con l'obiettivo di generare profitti, ma anche di indirizzarne una parte verso opere di beneficenza. Fino al 1963 sarà Hans Walz a guidare l'azienda in qualità di successore di Robert Bosch.

Nei primi anni '50 Bosch lancia nuovi prodotti, tra cui elettrodomestici, trapani elettrici e il robot da cucina, chiamato "Neuzeit" (nuova era), un dispositivo multifunzione in grado di tagliare, impastare, grattugiare, spremere e pelare le patate.

Nel 1952 viene lanciato l'elettrotensile "Bosch Combi" (usato come trapano, cacciavite, levigatrice o tosasiepi in base all'attacco scelto), portando allo sviluppo del fai da te.

A metà degli anni '50 comincia a sviluppare componenti elettronici, di cui il "Variode", la cui produzione inizia nel 1958, è il primo. Questo piccolo componente semiconduttore era inserito all'interno di un regolatore-generatore, e serviva a migliorare la carica della batteria,

soprattutto durante le soste nel traffico. Seguiranno, a partire dal 1970, i transistor, e subito dopo i circuiti integrati, primo passo nel campo dell'elettronica, che oggi è una delle principali attività dell'azienda.

Tra il 1950 e il 1960 il numero dei dipendenti Bosch passa da 15.000 a 70.000, così da rendere non più sufficiente la struttura centralizzata, e portando quindi ad una sempre maggiore indipendenza delle divisioni.

Nel 1959 Bosch comincia a sviluppare un sistema per l'iniezione a benzina controllato elettronicamente. Nel 1963 investe in un'azienda di produzione di macchine di confezionamento e crea, grazie ad ulteriori acquisizioni, la divisione Packaging Technology. Nel 1969 gli esperti Bosch iniziano lo sviluppo un sensore per misurare i gas di scarico, che a causa di alcuni problemi iniziali entrerà in produzione solo nel 1976. Si tratta della sonda lambda, oggi indispensabile per i motori a combustione ecologici e fondamentale per il trattamento dei gas di scarico, grazie all'utilizzo di catalizzatori a tre vie. La sonda lambda serve a misurare il contenuto di ossigeno nei gas di scarico, valore soggetto a fluttuazioni in base alla situazione di guida, e usato dal controllo elettronico del sistema di iniezione allo scopo di regolare la composizione della miscela aria-benzina. La precisione del sistema garantisce la combustione completa, il che permette al catalizzatore di pulire in modo ottimale i gas di scarico, riducendo fino al 90% le emissioni nocive.



Figura 1.1.5: evoluzione della sonda Lambda dal 1976 al 2012^[2]

Nel 1978 viene lanciato l'ABS (Anti Block System), reso da Bosch uno standard tecnico nell'automotive engineering.

All'inizio degli anni '80 Bosch si addentra nel settore delle telecomunicazioni e comincia a sviluppare una tecnologia per i satelliti artificiali e i telefoni cellulari, nonché ad implementare reti di telecomunicazione pubbliche e private.

La caduta della Cortina di Ferro nel 1989 è l'inizio di una nuova era per Bosch, grazie in particolare all'apertura del mercato cinese.

Negli anni '90 Bosch sviluppa sensori microelettromeccanici (MEMS) da impiegare nel settore automobilistico. Questi funzionano da organi sensoriali per misurare accelerazione, rotazione, pressione e rumori, e riportano informazioni alle centraline elettroniche, indicando loro ad esempio il momento preciso in cui gonfiare un airbag in caso di incidente.

Nel 1995 viene lanciato il programma elettronico di stabilità ESP, una conquista tecnologica fondamentale, in quanto impedisce al veicolo di sbandare. Nello stesso anno Bosch presenta il sistema di navigazione TravelPilot, dotato di mappa stradale e guida vocale, e nel 1997 il sistema di iniezione diesel ad alta pressione, chiamato Common Rail, che riduce i consumi.

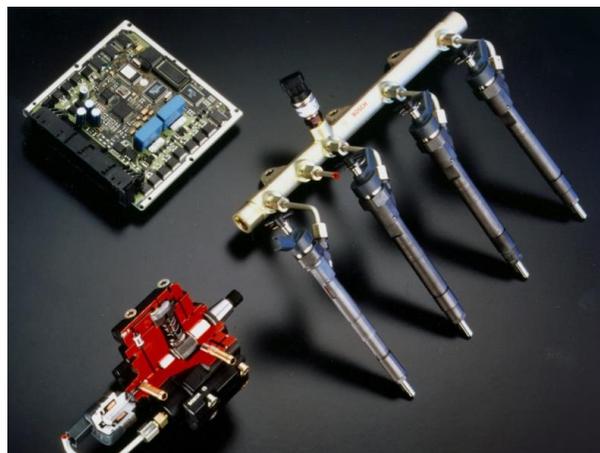


Figura 1.1.6: componenti del sistema Common Rail del 1997^[1]

Negli anni immediatamente successivi sistemi di assistenza alla guida come Adaptive Cruise Control e Night Vision migliorano la sicurezza.

Nel 2001, come conseguenza della vendita del settore delle telecomunicazioni, Bosch acquisisce la Mannesmann Rexroth, specializzata in tecnologia industriale, rafforzando così la propria presenza nel settore, mentre la parte rimanente del settore telecomunicazioni va a formare la divisione Security Systems. Nel 2003 amplia il settore termotecnico con l'acquisizione di Buderus AG, e fonda inoltre una nuova business unit dedicata a elettrotensili piccoli e leggeri alimentati con batterie al litio.

In seguito, con l'acquisizione di ex joint venture come la ZF Lenksysteme e la Bosch und Siemens Hausgeräte, Bosch amplia le proprie attività tradizionali.

Da circa un ventennio ricerca, sviluppa e sperimenta la tecnologia di guida autonoma. Già nel 2000 Bosch aveva presentato un radar di rilevazione a distanza, ma i sistemi di nuova generazione fanno sì che l'auto rallenti autonomamente fino all'arresto completo e acceleri nella successiva ripartenza. L'obiettivo è quello di sviluppare ulteriormente la tecnologia dei sensori e dei software, affinché la guida autonoma possa diventare realtà già nel 2020 sulle autostrade, per poi proseguire sulle strade extraurbane e infine nel traffico urbano entro il 2030.

L'azienda si è posta come obiettivo a lungo termine quello di collegare quattro aree (prodotti tradizionali, software, nuovi modelli di business basati su Internet e protezione dei dati), spaziando “dalla guida autonoma alle case intelligenti, fino ai macchinari delle fabbriche connessi (Industry 4.0)”^[1].

1.2 OGGI NEL MONDO

Ad oggi Bosch è un fornitore leader a livello globale di tecnologie e servizi, con quasi 410.000 dipendenti in tutto il mondo (sommando tutti i dipendenti delle diverse società appartenenti al gruppo Bosch, una parte delle quali è elencata successivamente), di cui la maggior parte (139.422, corrispondenti a circa il 34% del totale) in Germania. La rimanente parte è distribuita tra il resto dell'Europa, l'Asia Pacifica (queste pressochè in egual misura) e l'America. La società ha registrato vendite nello scorso anno per 78,5 miliardi, una cifra superiore alle aspettative, considerando il rallentamento della crescita economica. Essendosi anche inoltrata nell'IoT, Bosch offre soluzioni innovative in ambito smart home, smart cities, connected mobility e connected manufacturing, grazie alla propria esperienza nella tecnologia di sensori, software, servizi e nello sviluppo di un proprio cloud IoT.

Nella seguente tabella vengono riportati i dati chiave relativi all'anno 2018.

Tabella 1.2.1: principali dati riguardanti l'anno 2018^[3]

Dipendenti	409.900
Dipendenti impiegati nel settore R&D	68.700
Fatturato	78,5 Mld
Investimenti in ambito R&D	6 Mld
CAPEX	5 Mld
Asset totali	83,7 Mld
Equity	39,2 Mld
EBIT	5,5 Mld
Profitti	3,6 Mld
Dividendi	242 Mln

Nel corso degli ultimi cinque anni, la multinazionale di matrice tedesca ha visto una crescita del fatturato, in particolare dall'anno 2014 all'anno 2015, mentre per quanto riguarda l'EBIT, questo è aumentato molto dal 2014 al 2015, per poi subire una riduzione nel 2016, prima di riprendere la crescita oltre il livello precedente al calo.

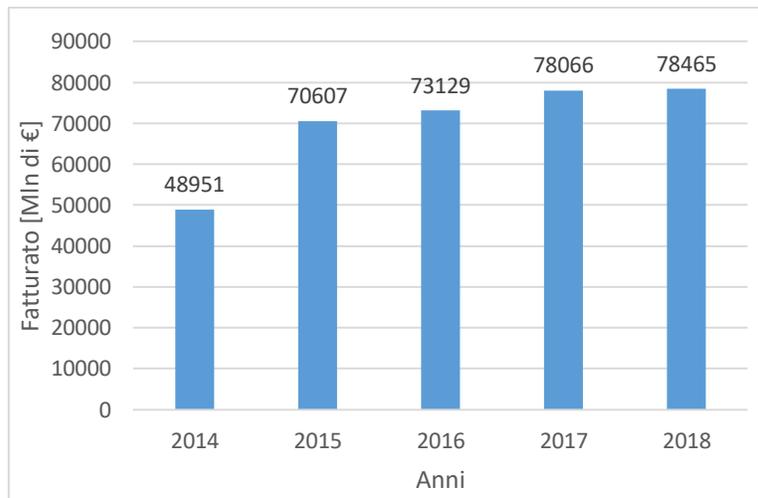


Figura 1.2.1: andamento del fatturato (in milioni di euro) negli ultimi 5 anni^[3]

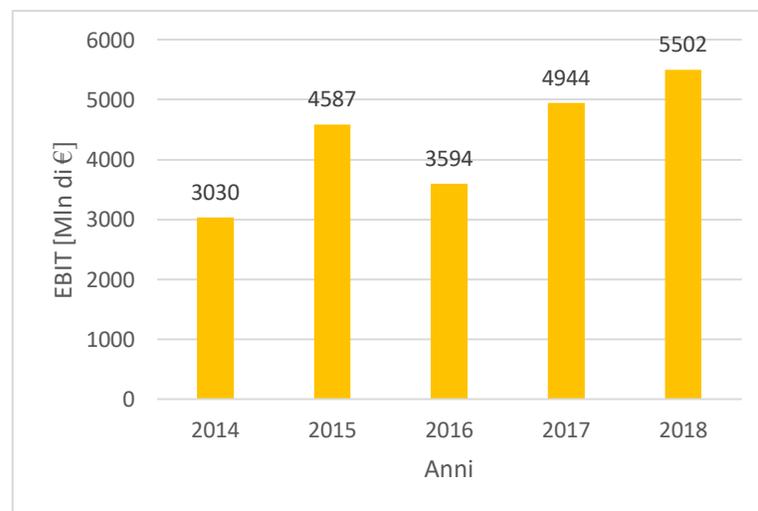


Figura 1.2.2: andamento dell'EBIT (in milioni di euro) negli ultimi 5 anni^[3]

Le attività di Bosch si dividono in quattro settori di business principali:

- Mobility Solutions: si occupa in particolare di tecnologie di iniezione e gruppi propulsori per motori a combustione interna, propulsione elettrica, sistemi sterzanti, sicurezza e sistemi di assistenza alla guida, tecnologie per infotainment user-friendly e per comunicazioni da veicolo a veicolo e dal veicolo all'infrastruttura, e tecnologie e

servizi per l'automotive aftermarket. Il tutto con l'obiettivo di ridurre al minimo le emissioni e gli incidenti e di rendere la mobilità priva di stress. Fanno parte di questo settore le divisioni Powertrain Solutions, Car Multimedia, Chassis Systems Control, Automotive Electronics, Automotive Aftermarket, Automotive Steering, Electrical Drives e Connected mobility Solutions, insieme anche ad altri business, quali Bosch Engineering GmbH, ETAS GmbH e eBike Systems. Quasi il 60% dei dipendenti sono impiegati in questo settore.

- **Industrial Technology:** di questo settore, che vede impiegati al suo interno circa il 10% dei dipendenti della società, fa parte la divisione Drive and Control Technology, che si occupa di guida e tecnologie di controllo, e ha l'obiettivo di creare le condizioni per applicazioni totalmente connesse, grazie a componenti intelligenti e sistemi costumizzati. L'offerta di prodotti include inoltre software e interfacce relative all'IoT. A questo settore appartiene anche la divisione Packaging Technology, che fornisce soluzioni di packaging per le industrie farmaceutiche e alimentari. Nel 2018 Bosch ha però deciso di lasciare questo business alla Robert Bosch manufacturing Solutions GmbH, con sede a Stoccarda, facente parte del Gruppo Bosch, mentre la business unit Bosch Connected Industry, che sviluppa soluzioni software e progetti di Industria 4.0 per clienti interni ed esterni, è diventata, a partire dall'inizio dello stesso anno, parte del settore Industrial Technology.
- **Consumer Goods:** la divisione Power Tools include prodotti quali utensili elettrici, come trapani martellatori e avvitatori elettrici, accessori per utensili elettrici, ma anche attrezzature per il giardinaggio, come tosaerba, tagliasiepi e idropultrici ad alta pressione. I pilastri principali sono l'innovazione, la continua digitalizzazione, il forte brand e l'espansione del business nei mercati emergenti. Il settore comprende anche la BSH Hausgeräte GmbH, che offre una vasta gamma di elettrodomestici moderni, energeticamente efficienti e sempre più connessi, tra cui lavatrici, asciugatrici, frigoriferi, congelatori, lavastoviglie, forni, piani cottura, ma anche macchine da caffè e robot da cucina. In questo settore si trova impiegato quasi il 20% dei dipendenti.
- **Energy and Building Technology:** comprende due aree di business, una globale relativa a soluzioni innovative in campo sicurezza e comunicazioni e una a livello regionale,

che offre soluzioni e servizi customizzati per la sicurezza degli edifici, l'efficienza energetica e l'automazione degli edifici in regioni definite. Entrambe sono focalizzate sulle applicazioni commerciali, e il portfolio di prodotti include video sorveglianza, intrusion-detection, fire-detection e sistemi vocali di allarme. La divisione Termotecnica offre invece soluzioni per aria condizionata, acqua calda e gestione energetica decentralizzata in tutto il mondo, ma anche sistemi di riscaldamento e gestione dell'energia per edifici residenziali, caldaie e sistemi di condizionamento e riscaldamento per le industrie. La Robert Bosch Smart Home GmbH offre infine prodotti per la casa web-enabled e controllabili tramite app. Solo l'1% circa dei dipendenti lavora in questo settore.

Guardando alla struttura delle vendite, si nota che la maggiore percentuale del fatturato è dovuta all'Europa, dove i ricavi sono aumentati dall'anno precedente, seppur di poco (si è passati da 40,8 Mld nel 2017 a 41,8 Mld nel 2018), mentre sono rimasti stabili in America e diminuiti leggermente in Asia Pacifica. Il settore più profittevole in tal senso è stato Mobility Solutions, che ha anche visto aumentare i ricavi di 200 milioni dal 2017 al 2018. Minore impatto ha avuto invece il settore Consumer Goods (l'unico che da un anno all'altro ha subito un calo), che supera però i settori Energy and Building Technology e Industrial Technology.

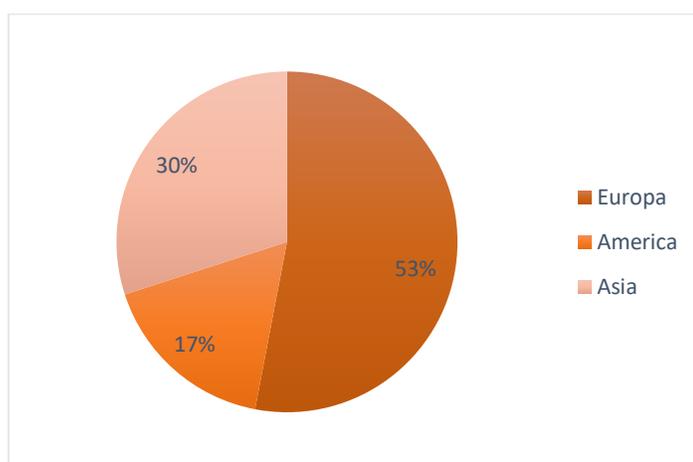


Figure 1.2.3: distribuzione su base geografica del fatturato^[5]

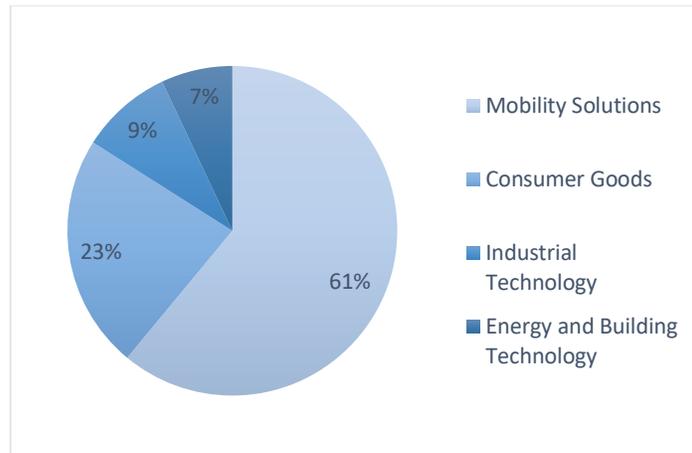


Figure 1.2.4: distribuzione del fatturato per settore di business^[5]

Il maggiore azionista di Bosch è stata, dal 1964, la fondazione Robert Bosch Stiftung GMBH, che porta avanti gli obiettivi del fondatore in ambito beneficenza e sociale, mentre la gran parte dei diritti di voto è detenuta dalla Robert Bosch Industrietreuhand KG.

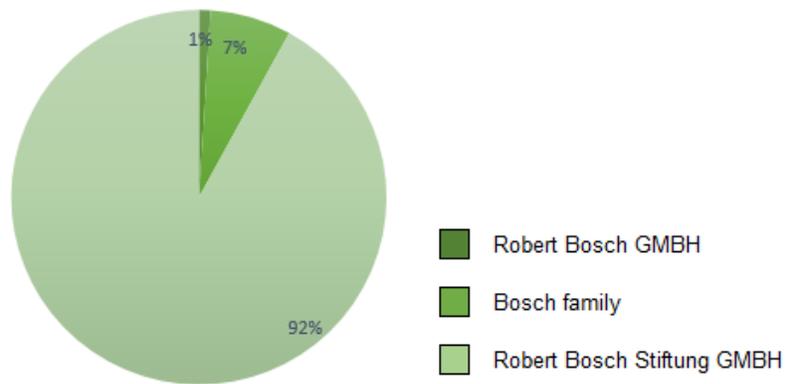


Figura 1.2.5: distribuzione delle azioni^[4]

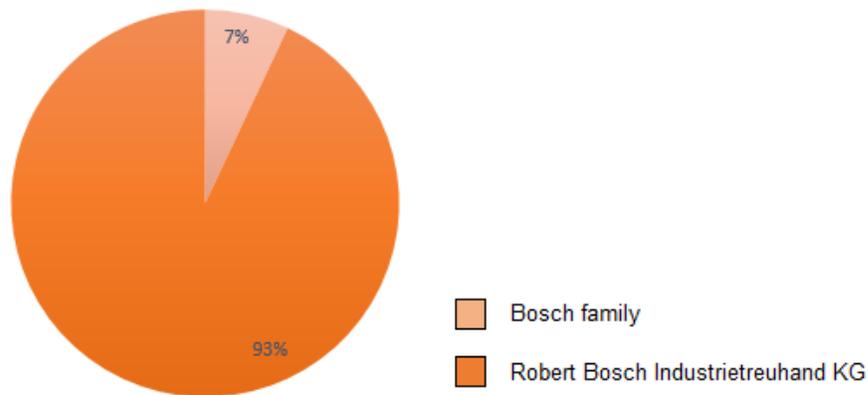


Figura 1.2.6: distribuzione dei diritti di voto^[4]

Il Gruppo Bosch include diversi brand dedicati a specifiche richieste del mercato. Fanno ad esempio parte di BOSCH Group:

- AutoCrew: una rete di officine che offre manutenzione, riparazioni e ricambi.
- Bosch Service: offre servizi quali tagliando, elettrauto, manutenzione freni e aria condizionata, manutenzioni meccaniche, verifica delle luci e riparazione dei cristalli.
- Bosch Diesel Center

- Rexroth: fornisce soluzioni per applicazioni industriali e mobili nell'ambito dell'oleodinamica e degli azionamenti e controlli elettrici. Tra i prodotti di questo brand figurano macchine per la mietitura ed escavatrici.
- Buderus: marchio del settore termotecnico, fornisce sistemi di riscaldamento, condizionamento e ventilazione, sia residenziali sia per edifici industriali, proponendo anche soluzioni che integrano fonti di energia rinnovabili e tecnologie innovative.
- Climatec: propone soluzioni in ambito sicurezza, comfort ed efficienza degli edifici.
- Diablo: produce utensili quali lame dentate, levigatrici e foratrici.
- Dynacord: fornisce prodotti di elettronica come mixers, amplificatori, software e altoparlanti.
- e.l.m. leblanc: offre soluzioni per il riscaldamento.
- Electro-Voice: produce impianti audio, altoparlanti portatili e microfoni.
- Car go: fornisce componenti elettrici per automobili, camion, veicoli usati nell'agricoltura, veicoli industriali, veicoli marini e motocicli.
- Heliotek: fornisce soluzioni termotecniche come collettori solari e pompe di calore, anche per le piscine.
- Junkers: produttore che opera nel settore termotecnico, ma che in passato ha operato nella costruzione di aerei militari e civili.
- Telex: opera nella progettazione, sviluppo e gestione di infrastrutture di comunicazione per piccole e medie imprese.
- Vermont American: produce accessori e punte per trapani elettrici.
- Worcester: produce caldaie, pompe di calore e pannelli solari.

La divisione AE (Automotive Electronics), che si occupa dello sviluppo di componentistica elettronica per autovetture e in cui ho svolto il tirocinio, ha come principali prodotti:

- **EBS (Electronic Battery Sensor):** il sensore elettronico fornisce informazioni precise e affidabili sullo stato della batteria, consentendo così l'implementazione di un sistema di gestione ottimizzata dell'energia elettrica e favorendo il risparmio di combustibile e le tecnologie per la riduzione delle emissioni di CO₂.



Figura 1.2.7: Electronic Battery Sensor^[6]

- **DC DC Converter:** stabilizza la tensione nelle fasi di partenza e stop del veicolo, in cui le cadute di tensione potrebbero causare effetti indesiderati quali interruzioni dell'audio o affievolimento delle luci interne, o problemi su altri componenti elettronici sensibili a bassi livelli di tensione.



Figura 1.2.8: DC DC converter^[7]

- **CGW (Central Gateway):** detto anche Vehicle Computer (VC), è il nodo centrale della comunicazione all'interno del veicolo. Agisce come un router, sia per le comunicazioni all'interno del veicolo sia tra il veicolo e l'esterno. È il portale attraverso il quale passano tutti i dati in ingresso nel veicolo, così da proteggere la rete interna contro eventuali tentativi di accesso non autorizzato.



Figura 1.2.9: Central Gateway^[8]

- **BCM (Body Computer Module):** controlla e monitora le varie funzioni elettroniche all'interno della vettura, come l'accensione e lo spegnimento delle luci interne, l'aria condizionata e i sensori di parcheggio, e avverte il guidatore dei malfunzionamenti.



Figura 1.2.10: Body Computer Module^[9]

- **PK (Perfectly Keyless):** si tratta di una app per smartphone, che permette l'apertura e la chiusura dell'auto, nonché l'avvio del motore, sfruttando la connessione Bluetooth come se fosse una specie di chiave virtuale. Di questo prodotto si parlerà nel dettaglio nel secondo capitolo.

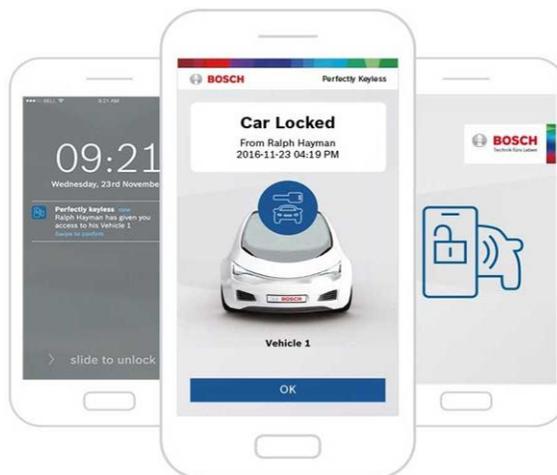


Figura 1.2.11: Perfectly Keyless App^[10]

2 EVOLUZIONE DELLE CHIAVI DELLE AUTOVETTURE

Le chiavi delle autovetture hanno attraversato diverse generazioni, evolvendosi dalla semplice chiave meccanica fino ai più sofisticati sistemi keyless entry.

Il primo automobile con motore a scoppio (nel 1886, anno della sua nascita, si usava riferirsi al maschile alle vetture), fu una Mercedes, la Benz Patent Motorwagen Velocipede, che addirittura non era dotata di alcuna chiave. Ciò era dovuto principalmente alla quasi totale assenza di un impianto elettrico, ma anche al fatto che queste prime vetture erano fondamentalmente delle carrozze, le quali usualmente non venivano chiuse a chiave. E fu così per almeno un paio di decenni, in cui il numero esiguo di esemplari in circolazione e la modesta velocità che erano in grado di raggiungere non le rendeva semplici da rubare indisturbati.

Nel passaggio ai primi modelli di auto vera e propria come la si immagina ai nostri giorni, compaiono anche le chiavi. Chiavi che però avevano il solo scopo di permettere l'accensione del motore, non quello di chiudere effettivamente le portiere della vettura. Sarà solo intorno alla metà degli anni '40 che compariranno le prime chiavi adibite, oltre che all'avviamento del motore, anche alla chiusura delle portiere e del bagagliaio della vettura. Avvenimento che sembra coincidere con la maggior diffusione dell'automobile, avvenuta, soprattutto per quanto riguarda molti paesi europei tra cui l'Italia, in seguito al boom economico del Secondo Dopoguerra.

Nella figura seguente sono rappresentati, partendo la sinistra, la Benz Patent Motorwagen, la chiave della Fiat 500 prodotta dal 1936 al 1955, chiamata anche Fiat Topolino, e le chiavi della Fiat 127, che invece erano delle chiavi a tutti gli effetti, in quanto permettevano anche di chiudere la vettura.



Figura 2.1: in ordine da sinistra una Benz Patent Motorwagen Velocipede^[12], la chiave della Fiat Topolino^[13] e quella della Fiat 127^[14]

La semplice chiave meccanica presenta però un problema: è semplice da clonare. I numerosi furti di auto hanno spinto così le case automobilistiche, intorno alla metà degli anni 90, anche sotto la pressione delle compagnie assicurative, per le quali tali furti stavano diventando troppo onerosi a causa dei risarcimenti a cui si trovavano a dover far fronte, a sviluppare un nuovo sistema. Un primo passo verso una maggiore sicurezza è stato quindi quella che viene chiamata Transponder Key. Il transponder, in ambito automotive, è un dispositivo elettronico che viene inserito all'interno della chiave, ed è parte del sistema di antifurto che prende il nome di Immobilizer. Il transponder non è che un chip con tecnologia RFID (Radio Frequency Identification): quando la chiave viene inserita nel cruscotto il transponder invia alla centralina dell'auto un codice autentificativo, permettendo alla vettura di verificare che la chiave sia autorizzata. Questo sistema previene i furti, in quanto solo una chiave con chip precedentemente accoppiato può mettere in moto la vettura (rendendo inutile una clonazione fisica della chiave). Il sistema RFID tipicamente fa affidamento sulla tecnologia a frequenze relativamente basse (LF), comprese tra i 120 e i 135 KHz.



Figura 2.2: trasponder^[16]

Una prima consistente modernizzazione dal punto di vista della usability è avvenuta quando, sempre negli anni 90, la chiave fisica è stata arricchita da un guscio contenente una radiotrasmittente in grado, attraverso uno o più pulsanti, di aprire o chiudere da remoto le porte della vettura. Rimane invece necessario l'uso meccanico della chiave per l'avvio del motore. La nuova funzionalità radiotrasmittente richiede la presenza di una batteria e si basa sulla comunicazione tramite UHF (le Ultra High Frequency, che sono le frequenze comprese tra i 300 MHz e i 3 GHz, su cui si basano molti apparecchi elettronici quali televisori e telefoni cellulari). Per una distanza di trasmissione compresa tra i 10 m e i 100 m è preservata la durata della batteria della chiave.

La presenza di questa prima batteria nel corpo della chiave, associata ad una primordiale scheda elettronica, rappresenta il fondamento sul quale si basa la storia degli ultimi tre decenni della chiave, che ha permesso di trasformarla in un device a tutti gli effetti.



Figura 2.3: chiave A/C centralizzata^[18]

L'acronimo PEPS invece sta ad indicare una tecnologia, in commercio già dalla fine degli anni 90, che nell'ultimo ventennio ha preso piede nel mercato delle autovetture: la Passive Entry Passive Start. Nata con lo scopo di permettere un più semplice e comodo accesso alla vettura e di agevolarne la fase di partenza, consente di sbloccare (e bloccare) le portiere e accendere il motore senza richiedere l'utilizzo effettivo delle chiavi: non è più necessario nemmeno averle tra le mani per premere il pulsante di sblocco/blocco, ma è sufficiente che la presenza delle chiavi sia rilevabile dalla vettura, il che implica che le chiavi siano in prossimità del veicolo (ad esempio nella tasca o nella borsa dell'utente) perché venga consentita l'apertura, e che siano all'interno del veicolo per poter mettere in moto (premendo l'apposito pulsante).

Di questa tecnologia si parlerà più nel dettaglio nel paragrafo seguente.

Tabella 2.1: riassunto dei principali tipi di chiavi delle vetture

Tipologia di sistema	Modalità di apertura e chiusura	Modalità di accensione
Chiave fisica	Manuale tramite serratura	Utilizzo della chiave fisica
Chiave fisica + RFID	Manuale tramite serratura	Utilizzo della chiave fisica
Batteria+ RFID	Attiva da remoto (tramite pulsante A/C presente sulla chiave)	Utilizzo della chiave fisica
PEPS	Passiva da remoto (senza necessità di compiere alcuna azione)	Tramite apposito pulsante senza utilizzo attivo della chiave (richiesta solo la presenza in vettura)

Di seguito si possono vedere alcune delle chiavi più originali di note case automobilistiche, con funzioni particolari:

- La chiave della Tesla Model S, che riproduce la forma dell'auto, consente di spostare la vettura avanti e indietro senza la necessità di essere a bordo.



Figura 2.4: chiave della Tesla Model S^[21]

- Per aprire e chiudere la Jaguar è possibile utilizzare la F-Pace Activity Key, una sorta di braccialetto, semplicemente tenendolo sospeso sopra lo stemma della Jaguar presente sul retro della vettura.



Figura 2.5: F-Pace Activity Key Jaguar^[22]

- Una soluzione dello stesso tipo è stata proposta anche dal marchio Land Rover, che da anni è unito a Jaguar da una holding indiana, Tata Group;



Figura 2.6: Activity Key Land Rover^[23]

- La chiave della Bmw Serie 7 possiede un touch screen a colori, può aprire e chiudere la macchina e aprire il bagagliaio, permette di parcheggiare la macchina a distanza, e consente anche di controllare le luci, l'impianto di climatizzazione e il serbatoio.



Figura 2.7: chiave con touch screen della Serie 7^[24]

2.1 SOLUZIONI PEPS

Al momento il 95% circa delle vetture con installazione del sistema PEPS si basano sul sistema RF/UHF.

La comunicazione tra la chiave e la macchina avviene grazie a un segnale radio accoppiato magneticamente; la vettura rileva che la chiave è nelle immediate vicinanze quando è nel suo range di comunicazione. I canali di comunicazione sono in realtà due: per la comunicazione a corto raggio la chiave utilizza un tag LF RFID (il canale LF è utilizzato per determinare se la chiave si trova nella regione all'interno o all'esterno della vettura), mentre quella a lungo raggio fa affidamento su un trasmettitore UHF. Per garantire un sicuro utilizzo del sistema vengono definite tre regioni in cui sono consentite determinate azioni:

- ad elevata distanza dalla vettura, tipicamente oltre i 100 m, l'unica azione consentita è quella di sbloccare o bloccare le portiere premendo l'apposito pulsante presente sulla chiave;
- ad una distanza di 1-2 m dalla vettura la chiave viene riconosciuta, consentendo all'utente di aprire la portiera senza necessità di ulteriori azioni (zona Outside in *figura 2.1.1*);
- quando la chiave è presente all'interno della vettura in una zona predefinita, è possibile mettere in moto (zona Inside in *figura 2.1.1*).

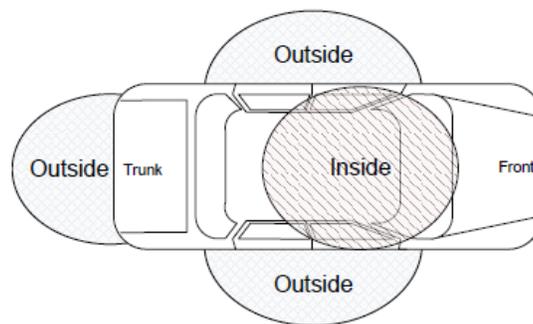


Figura 2.1.1: regioni in cui si deve trovare la chiave affinché le portiere possano essere aperte (zona Outside) e affinché si possa mettere in moto la vettura (zona Inside)^[25]

Tipicamente sono supportate due modalità di utilizzo: la modalità cosiddetta normale e la modalità backup. La prima richiede una batteria carica, mentre la seconda entra in gioco nel caso di batteria scarica, consentendo l'apertura della vettura grazie alla chiave fisica contenuta nel corpo della chiave, e la messa in moto grazie alla modalità passiva dell' LF RFID. In tale modalità il tag RFID è caricato dalla macchina tramite accoppiamento induttivo. Quando la potenza viene trasferita alla chiave, questa attiva il microcontroller, decodifica il segnale, formula un messaggio di risposta e lo invia tramite il canale LF. Poiché la chiave per funzionare deve prendere energia dalla macchina, occorre che siano il più vicino possibile l'una all'altra, in quanto l'intensità del campo magnetico diminuisce all'aumentare della distanza tra le due.

Nel caso di normale utilizzo la vettura emette segnali sul canale LF; quando la chiave intercetta il segnale attiva il microcontroller, decodifica il segnale e lo interpreta, per poi formulare una risposta che viene trasmessa sul canale UHF. Tale risposta viene ricevuta e verificata dalla macchina, e, se ritenuta valida, le portiere si sbloccano (*figura 2.1.2*). Lo stesso risultato può essere ottenuto in due tempi diversi: in un primo momento vengono emessi dalla macchina segnali di risveglio della chiave, ai quali questa, se nei dintorni, risponde, mentre in un secondo momento, se la vettura ha ricevuto risposta, manda i segnali contenenti il suo ID, ai quali solo la chiave corretta può rispondere. Anche in questo caso la vettura utilizza il canale LF, mentre la chiave comunica tramite il canale UHF (*figura 2.1.3*).

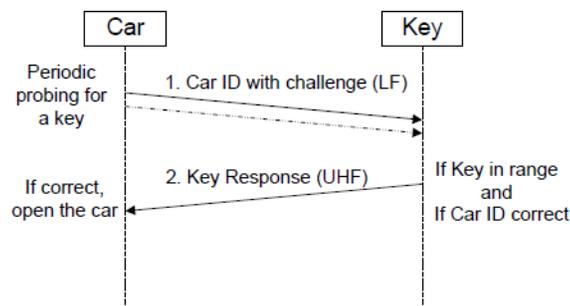


Figura 2.1.2: schema del funzionamento tipico di un sistema Passive Keyless Entry^[25]

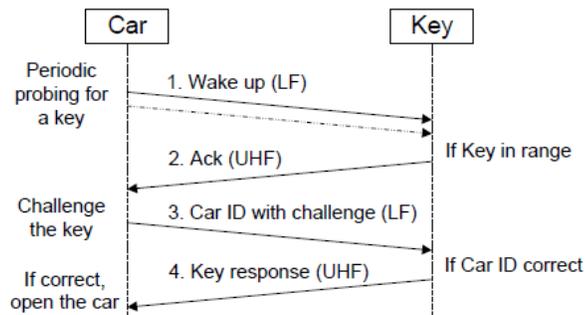


Figura 2.1.3: schema di funzionamento alternativo a due tempi di un sistema Passive Keyless Entry^[25]

Successivamente, per mettere in moto, è necessaria la presenza della chiave all'interno dell'auto, zona in cui la chiave riceve diversi tipi di messaggi: quando la macchina riceve risposta ha la prova che la chiave corretta è al suo interno, e consente di accendere il motore.

Il sistema appena descritto, per quanto vantaggioso in termini di comodità, non lo è altrettanto in termini di sicurezza. Infatti l'emissione di segnali che posso essere captati favorisce quelli che prendono il nome di relay attacks.

Il concetto di base per mettere in atto un relay attack è il seguente: occorre essere in due ed essere muniti di un ripetitore e di un ricevitore/trasmittitore portatili. Avvicinandosi con il ripetitore al proprietario dell'auto o comunque alla chiave (se ad esempio custodita in una giacca appesa o in una borsa), il ripetitore capta il segnale del fob (la chiave elettronica) e lo invia al trasmettitore, che a suo volta lo invia alla vettura, la quale, pensando di avere la chiave nelle vicinanze, sblocca le portiere; con lo stesso procedimento, viene ingannata, facendole credere che il proprietario sia a bordo, così da permettere l'accensione del motore. L'amplificazione del segnale è così forte da poterlo trasferire al ricevitore posto vicino alla vettura per una distanza di 800 m e oltre. In media questo procedimento permette di rubare un'auto in 6 secondi.

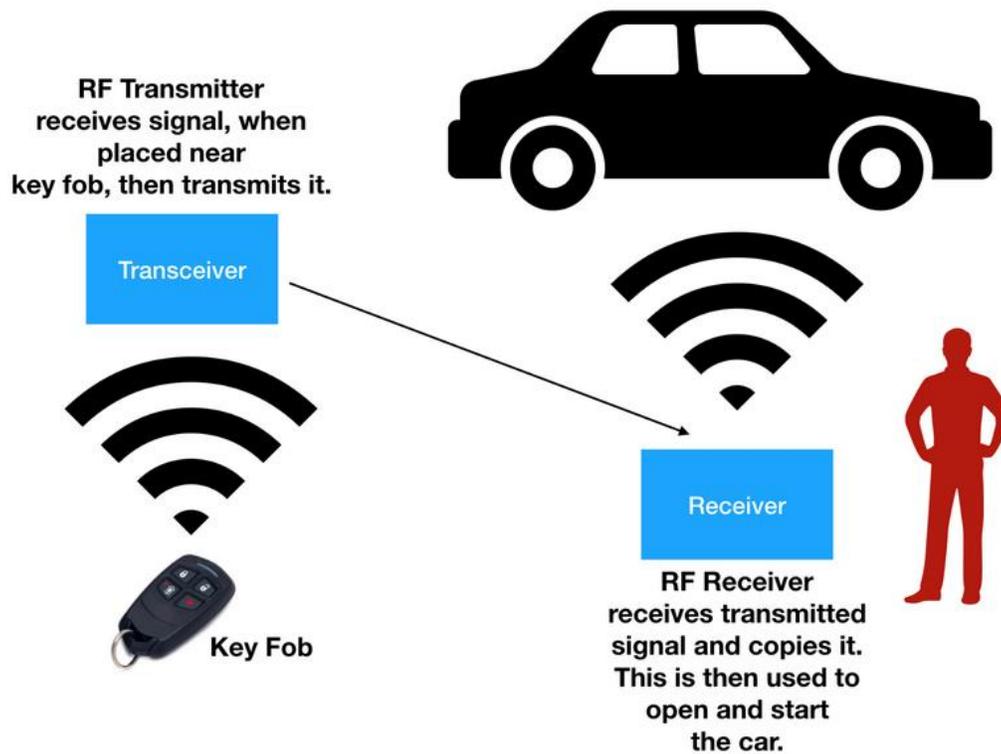


Figura 2.1.4: schema relativo ad un relay attack^[26]

Una soluzione al problema potrebbe essere quella di disattivare la funzione keyless quando non si intende usarla per un po' (per alcuni modelli è possibile e si trova la procedura nel manuale di istruzioni). Un'altra soluzione è quella di riporre la chiave, quando non necessaria, in un astuccio prodotto con un tessuto che incorpori fibre metalliche conduttive, affinché si comporti come una Gabbia di Faraday (questi oggetti prendono infatti il nome di faraday-cage fob), schermando i campi magnetici al suo interno, così da annullare le emissioni del fob e renderne impossibile la clonazione. Entrambe queste soluzioni però richiedono azioni aggiuntive che vanno in pratica ad annullare la comodità del sistema keyless.

Per risolvere il problema dei relay attacks, alcuni produttori si stanno orientando verso il sistema UWB (Ultra Wide Band, cioè le frequenze tra i 3,1 GHz e i 10,6 GHz). I segnali che vengono emessi in questo caso sono molto brevi e a bassa energia, e usano una banda di frequenze molto ampia (più di 500 MHz). La ragione principale che porta alla scelta di questa

tecnologie sta nella relazione tra il tempo e l'ampiezza della banda: una elevata ampiezza implica segnali di breve durata, il che è conveniente per diversi motivi. In primis, per durate dell'impulso dell'ordine di nanosecondi, non è possibile rimbalzare il segnale originale, il che garantisce la non ambiguità dello stesso. Inoltre una riduzione del time to fly (il tempo che intercorre tra l'emissione del segnale da parte della vettura e la ricezione della risposta della chiave), che si può tradurre in una distanza in metri, fa scattare un campanello di allarme nel caso qualcuno stia tentando di rimbalzare il segnale, in quanto la vettura può rilevare che la risposta sta tardando ad arrivare, intuendo che la chiave si trova a una distanza troppo elevata, portandola a non aprirsi. In secondo luogo il fatto che la tecnologia UWB opera con una potenza di trasmissione molto bassa rende anche più difficile per gli hackers intercettare il segnale.

Un problema comune alle soluzioni appena viste è quello di portare ad un elevato consumo di batteria del veicolo, in quanto sorgente emittente.

Un'altra tecnologia verso la quale guardano alcune grandi aziende, quali Bosch, Valeo, Continental e Volvo, è quella basata sul BLE (Bluetooth Low Energy).

La tecnologia Bluetooth permette di connettere due dispositivi utilizzando le onde a corto raggio (ricorre al campo di frequenza dei 2,45 GHz), che consumano pochissima energia: i segnali emessi dai due dispositivi collegati tra di loro si incrociano, permettendo di scambiare pacchetti di dati, quindi di trasmettere informazioni. La copertura del segnale irradiato va dai 10 ai 50 metri, e la rete non è soggetta a disturbi di frequenza.

La versione LE in particolare è focalizzata sul basso consumo energetico e sulla sicurezza dei trasferimenti, più che sulla velocità di trasferimento e sulla distanza di copertura.

Un altro grande vantaggio del BLE è il suo essere uno standard negli smartphones, il che potrebbe portare, come suggeriscono alcune aziende tra cui quelle sopra citate, ad integrare la chiave della macchina direttamente nello smartphone (se ne parlerà in seguito più nel dettaglio).

Di seguito un breve confronto tra le tre soluzioni proposte.

Tabella 2.1.1: confronto tra le tre soluzioni descritte

	UHF	UWB	BLE
Attualmente supportata dagli smartphones	No	No	Sì
Potrebbe essere supportata dagli smartphones in futuro	No	???	Sì
Sicurezza (contro i relay attacks)	No	Sì	Sì
Localizzazione	Sì	Sì	Sì
Consumo di batteria in standby	No	Sì	No

2.2 PERFECTLY KEYLESS

Quella che Bosch chiama Perfectly Keyless (PK) è una soluzione che alcune case produttrici di componentistica elettronica per autoveicoli stanno prendendo o hanno recentemente preso in considerazione. Il concetto è, come accennato in precedenza, quello di integrare le chiavi della macchina nello smartphone: una app installata sul cellulare, insieme al dispositivo, costituisce una chiave digitale.

La proposta di Bosch è basata sul BLE (Bluetooth Low Energy), che, rispetto al Bluetooth classico, ridurrebbe considerevolmente i consumi di energia e quindi i costi ad essi associati, mantenendo un range di comunicazione simile.

L'idea è quella di eliminare completamente le chiavi (che comunque verrebbero fornite su richiesta del cliente), per mettere la chiave nello smartphone. Ad emettere non sarebbe più la vettura (risparmiando così batteria), ma solamente il cellulare (si potrebbe anche fare in modo che emetta ad intervalli di tempo sempre più lunghi quando l'utente si allontana dalla vettura, per ridurli nuovamente mano a mano che si riavvicina, per un ulteriore risparmio).

L'obiettivo, in termini di costi, sarebbe quello di fare in modo che la soluzione PK BLE costi meno della soluzione PEPS+UWB, e idealmente anche meno della sola PEPS.

Nella versione che propone Bosch è inoltre sufficiente avere il telefono con sé: non è necessario averlo tra le mani per premere un pulsante o posizionarlo in una determinata zona dell'auto affinché i sensori leggano la chiave digitale, il che la distingue quindi dalle tecnologie basate sulla comunicazione near field (NFC, Near Field Communication, a cui si farà accenno più avanti). Infatti, tramite la app dedicata, la chiave digitale viene generata e memorizzata nello smartphone e abbinata al dispositivo di apertura/chiusura digitale della vettura.

Tramite un collegamento wireless con i sensori di bordo il sistema misura la distanza alla quale si trova lo smartphone, e, se essa è inferiore a due metri e i sensori riconoscono la chiave, si sbloccano le portiere (*figura 2.2.1*) e si attivano eventuali regolazioni personalizzate, quali ad esempio quelle relative a specchietto retrovisore e sedile del guidatore (ulteriore vantaggio rispetto alla PEPS, che invece non prevede personalizzazione).

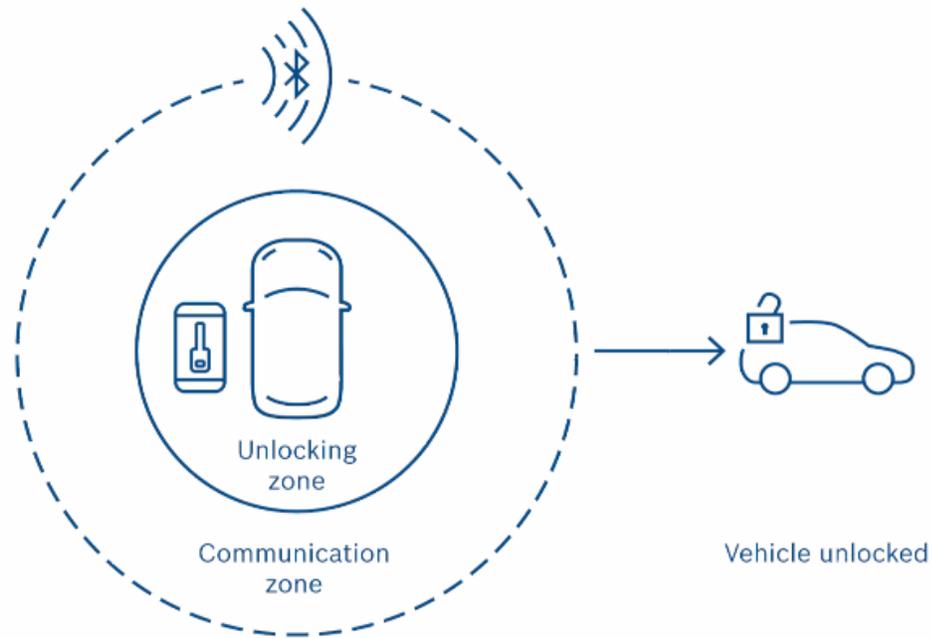


Figura 2.2.1: schema del procedimento di sblocco della vettura^[33]

Nella fase di accensione del motore è sufficiente che l'app rilevi la presenza dello smartphone all'interno della vettura per consentire l'avviamento tramite il pulsante start/stop.

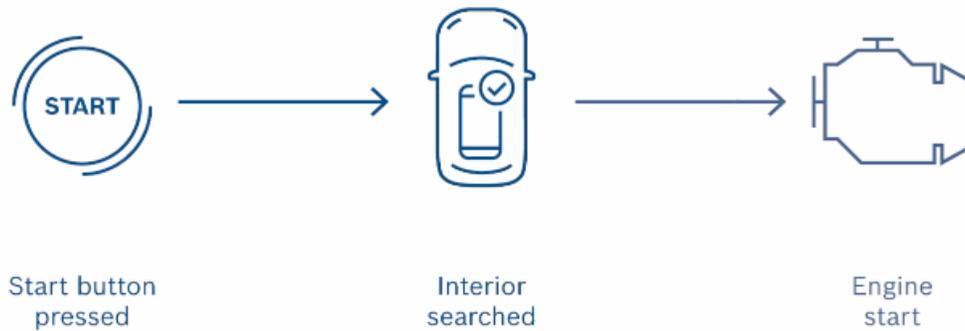


Figura 2.2.2: schema del procedimento di messa in moto della vettura^[34]

Infine, una volta concluso il viaggio, lo smartphone viene tenuto sotto controllo dal sistema, fino a quando supera i due metri di distanza; a quel punto il sistema blocca le porte, segnalandolo sullo smartphone.

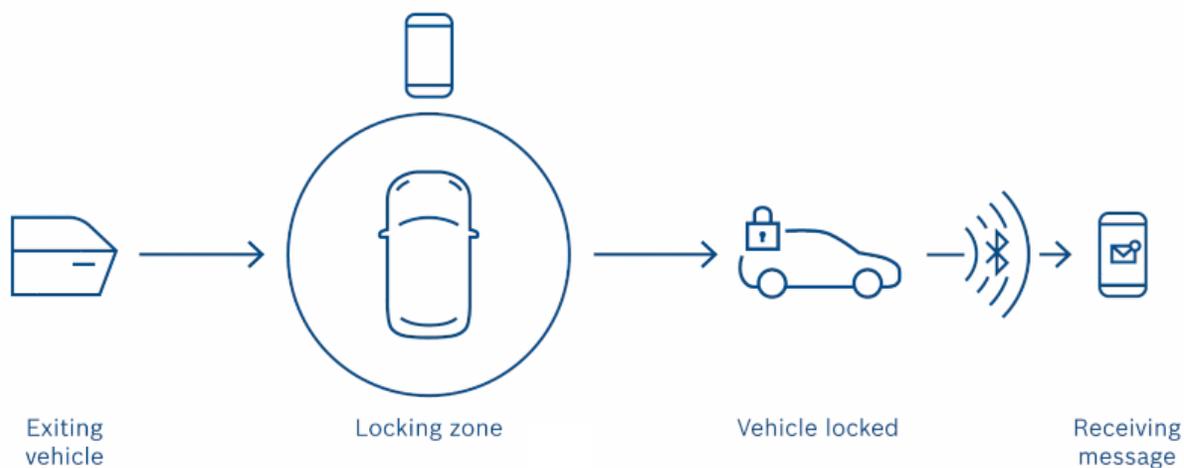


Figura 2.2.3: schema del procedimento di blocco della vettura^[35]

L'app può inoltre essere utilizzata per aprire e chiudere i finestrini e il bagagliaio e per attivare il clacson o far lampeggiare le luci (utile ad esempio quando ci si trova in un parcheggio e non ci si ricorda la posizione esatta della vettura).

In caso di furto del telefono la chiave digitale può essere disattivata online per bloccare l'accesso alla vettura.

Se invece il device dovesse essere scarico, si prevede che in una zona strategica della vettura venga installato un rilevatore NFC, in grado di collegarsi e comunicare con il dispositivo nonostante questo sia scarico, nel momento in cui lo si accosti al rilevatore.

Resta inteso inoltre che se qualcosa non dovesse funzionare come previsto, l'utente può comunque utilizzare la chiave fisica in dotazione per compiere le normali operazioni di ingresso in vettura e avviamento del motore.

2.2.1 Vantaggi e applicazioni della Digital Key

Premettendo che, almeno per il momento, l'utilizzo di una chiave digitale integrata nello smartphone non vuole andare a sostituire del tutto le chiavi fisiche, che infatti verranno, inizialmente, fornite di base dal produttore e, successivamente, si prevede, su richiesta del cliente, questa soluzione porta con sé molti vantaggi.

Nella figura seguente sono elencate diverse tipologie di casi d'uso che derivano dalla Perfectly Keyless, ma vuole essere solo a titolo esemplificativo, ad evidenziare la vastità di possibilità che si aprono a fronte di questa soluzione.

In questo capitolo ci soffermeremo solo su alcuni di quelli definiti “Base use cases”, ed “Ecosystem use cases”, guardandoli dal punto di vista del proprietario della vettura e dei gestori di flotte e servizi di car sharing o car rental.

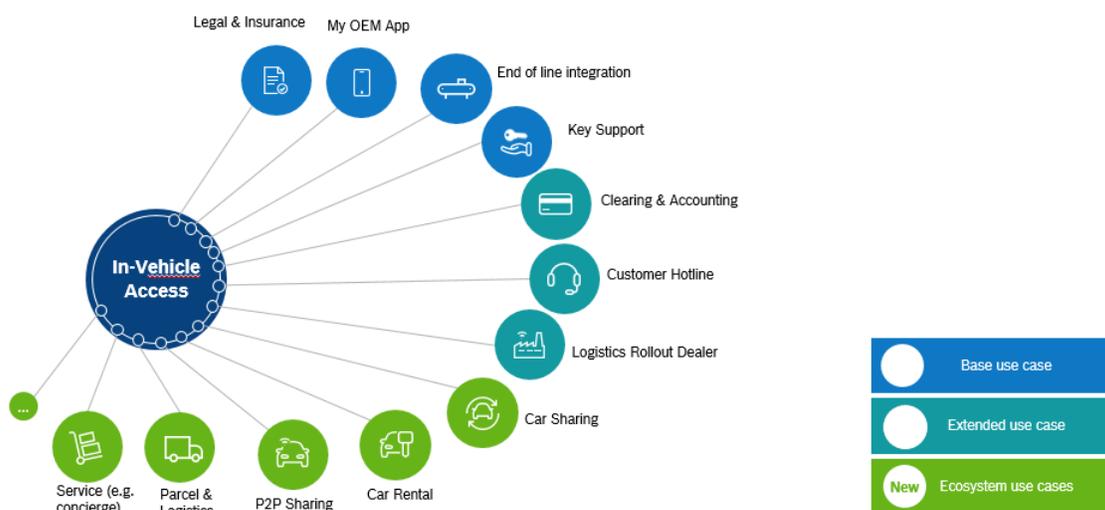


Figura 2.2.1.1: casi d'uso (immagine presa da una presentazione Bosch)

Dal punto di vista del proprietario, oltre al meccanismo di apertura e chiusura e di partenza che non richiede le chiavi fisiche, che è naturalmente alla base della comodità di questo sistema, ed è stato visto all'inizio del capitolo, ci sono numerosi altri vantaggi che possono derivare dall'uso della digital key, che offrono ulteriore comfort e flessibilità al guidatore.

In primis, come già accennato, la chiave digitale può essere integrata in qualsiasi dispositivo (non solo smartphone quindi, ma anche tablet e smartwatch ad esempio) che supporti la tecnologia necessaria e soddisfi i requisiti di sicurezza, utilizzando un backend o un meccanismo peer to peer. Una App infatti altro non è che una interfaccia tra l'utente e un sistema nascosto molto più complesso, che offre il servizio svolgendo fundamentalmente due compiti: memorizza i dati dell'utente e risponde alle sue richieste. Questo sistema viene indicato con il termine tecnico di backend, mentre l'app è chiamata frontend. Il backend, per svolgere i suddetti compiti, deve essere ospitato su un server, gestire un database con i dati degli utenti, implementare un protocollo di comunicazione con l'app, offrire ai gestori del servizio un'interfaccia di amministrazione, e infine, cosa fondamentale, deve essere sicuro. In più, è auspicabile che sia scalabile, il che in questo caso significa che deve poter crescere di pari passo con l'aumentare degli utenti. Un meccanismo peer to peer (P2P) invece, in cui non ci addentreremo, utilizza risorse distribuite per eseguire delle funzionalità in modalità decentralizzata, in contrapposizione al classico sistema client-server. Fundamentalmente permette la condivisione delle risorse, in questo caso ad esempio i dati.

In secondo luogo, questo sistema favorirebbe la pratica del car sharing tra familiari e conoscenti, consentendo al proprietario di dare ad un'altra persona accesso temporaneo alla proprio auto, ponendo anche eventuali limiti sulla velocità e sulla distanza percorribile, con la possibilità inoltre di revocare la chiave in qualsiasi momento. Ciò potrebbe risultare molto utile nel caso in cui si presti l'auto ad esempio ad un giovane neopatentato e ci si voglia assicurare che non superi una certa velocità o non vada troppo lontano. Il proprietario può concedere l'accesso al veicolo ad altri utenti usando l'app (quindi da remoto): una chiave addizionale viene mandata attraverso il cloud, così che ogni utente riceva la propria chiave personale. Il sistema fa sì che il proprietario possa ricevere notifiche tramite l'app quando qualcuno blocca o sblocca le portiere.

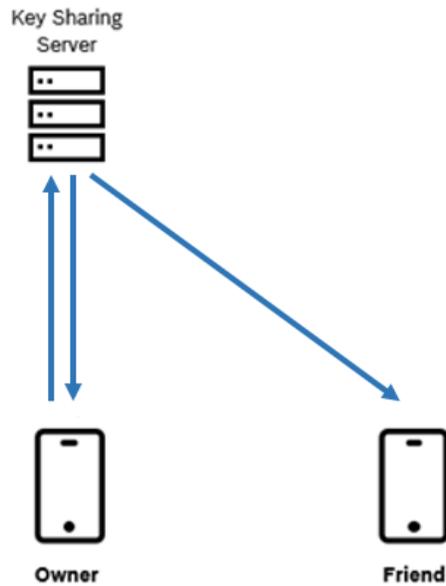


Figura 2.2.1.2: condivisione della chiave

Il passaggio delle chiavi avviene, come già detto, tramite app, quindi richiede che anche chi riceve la chiave abbia installato precedentemente l'app sul proprio smartphone. Il meccanismo concettualmente è semplice, ma il sistema che ci sta dietro è molto complesso, in quanto insieme alle chiavi virtuali vengono trasferiti attraverso il cloud dei certificati virtuali, univoci, come a costituire una sorta di impronta digitale, il che fa sì che solamente la persona che li riceve possa effettivamente accedere alla vettura. Ciò è necessario per garantire la sicurezza dell'operazione.



Figura 2.2.1.3: oltre alla chiave virtuale viene trasferito un certificato virtuale

Utilizzando questo metodo inoltre, il cellulare del proprietario può essere univocamente identificato. Solamente il proprietario può trasferire a terzi le chiavi con certificati annessi.

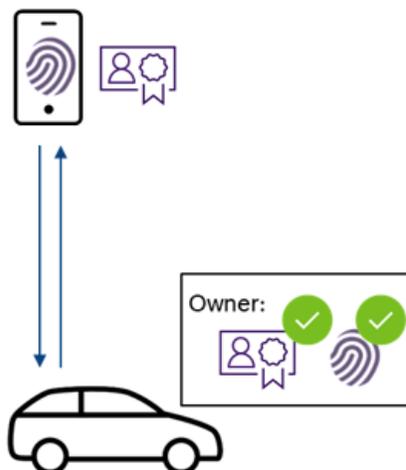


Figura 2.2.1.4: il certificato virtuale costituisce una sorta di impronta digitale, che permette di identificare univocamente il cellulare del proprietario (immagine presa da una presentazione Bosch)

Il server che gestisce il trasferimento delle chiavi invia i certificati sia all'utente sia al sistema della vettura, così che quest'ultimo possa fare una sorta di confronto per assicurarsi che tutto sia corretto.

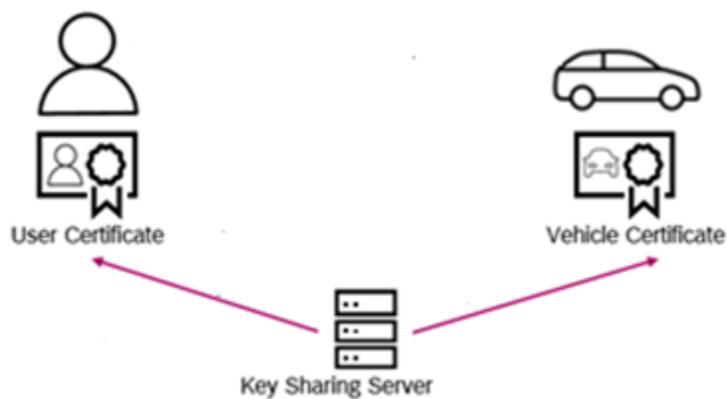


Figura 2.2.1.5: trasferimento dei certificati dell'utente e del veicolo

Con lo stesso sistema con cui si trasferisce la chiave a coloro a cui si vuole concedere l'utilizzo della propria auto, si potrebbe inviare la chiave ai tecnici delle officine, che potrebbero recarsi a prendere il veicolo, fare le dovute azioni di riparazione e manutenzione, e infine riportarlo, senza la necessità di recarsi personalmente a portare e riprendere la vettura.

La diffusione della Perfectly Keyless potrebbe rendere più accessibile su larga scala ciò che già Amazon ha cominciato a proporre nell'aprile del 2018 in 37 città degli Stati Uniti: la consegna dei prodotti direttamente nel bagagliaio dell'auto del cliente, un nuovo servizio nato dalla collaborazione con General Motors e Volvo, con i quali Amazon ha firmato un contratto biennale per testare questo tipo di consegna. Per usufruire del servizio è necessario scaricare l'app Amazon Key, in cui aggiungere la propria auto con una descrizione che permetta ai corrieri di identificarla (ad esempio una immagine e il numero di targa), e parcheggiarla in prossimità di un indirizzo utilizzabile da Amazon per le consegne, quindi ad esempio la sede di lavoro. I clienti vengono avvisati quando il pacco è in arrivo, e possono decidere in qualsiasi momento di modificare la modalità di consegna e revocare l'accesso al corriere. Nel caso si decida di procedere alla consegna in auto invece il corriere accede alla posizione tramite GPS e scansiona il pacco, richiedendo l'apertura del bagagliaio tramite il clud a cui è connessa l'auto, usando un codice usa e getta; dopo che la consegna è stata effettuata e il bagagliaio richiuso, il cliente riceve notifica che il pacco è stato consegnato correttamente. Il servizio In Car Delivery è disponibile solo per i clienti Prime che possiedano un'auto Chevrolet, Buick, Cadillac, GMC e Volvo non antecedente al 2015. La stessa cosa la sta sperimentando Skoda, sempre tramite app per smartphone, e tale servizio potrebbe essere a breve esteso a molte più vetture grazie a sistemi quali Perfectly Keyless di Bosch o Inblue di Valeo.

Un altro uso che si potrebbe fare della chiave digitale su smartphone, ma non riferito all'utilizzo della vettura, è quello relativo all'accesso nell'abitazione, che potrebbe seguire le stesse dinamiche dell'accesso all'auto, anche per quanto riguarda lo scambio delle chiavi. Anche in questo Amazon è stato un pioniere quando nel 2017 ha lanciato il servizio di consegna direttamente all'interno dei confini dell'abitazione.

Fin qui abbiamo visto alcune possibilità che si aprono al privato, ma come già detto, la soluzione di cui si parla può portare miglioramenti nei servizi di car sharing veri e propri e nei servizi di noleggio.

Alcuni car sharing già hanno sperimentato l'apertura delle vetture tramite un codice che viene inviato sullo smartphone dell'utente, e permette, inserendolo sull'apposita tastierina, di sbloccare le portiere. All'interno della vettura però spesso si trova ancora la chiave tradizionale da girare nel cruscotto. Limitando il tutto all'uso unicamente dello smartphone, sia nell'apertura della macchina, senza dover agire ad esempio sulla tastierina numerica, sia nella messa in moto, si eviterebbe non solo di dover dotare ogni mezzo di una chiave, ma anche di evitare i furti di queste ultime. Altri utilizzano invece il metodo della smart card, che viene data all'utente al momento dell'iscrizione al servizio. Questa membercard permette, dopo aver prenotato la vettura, di aprirla avvicinando la carta agli appositi sensori, e, in modo simile, di metterla in moto. In fin dei conti altro non è che una chiave sotto un altro aspetto e meno ingombrante.

Un discorso simile può essere fatto per i servizi di car rental, che già in parte da qualche anno stanno sperimentando soluzioni più user friendly. Con la chiave digitale integrata nello smartphone non è necessario andare a ritirare la vettura presso il noleggiatore, né riportarla. Possiamo fare un esempio pratico: un utente ha utilizzato la vettura per andare in aeroporto, l'ha parcheggiata e la chiave gli è stata revocata non appena terminato il noleggio e bloccato le portiere. L'utente successivo riceve la sua chiave digitale sullo smartphone all'atterraggio, si avvicina, le portiere si sbloccano ed egli può utilizzare la vettura per il tempo desiderato. Se invece fosse necessario spostare la vettura in un altro posto, il noleggiatore o chi per esso potrebbe recarsi a prenderla successivamente con la propria "chiave" univoca.

Perfectly Keyless, in particolare, è stata inizialmente presentata, al IAA Commercial vehicles di Hannover nel settembre 2018, come la soluzione per agevolare la gestione delle flotte di camion. A titolo di esempio, talvolta è necessario attuare un cambio di autista, e con i metodi tradizionali ciò implicava uno scambio fisico di chiavi. Con la chiave digitale integrata nello smartphone tutto può essere invece gestito più semplicemente e velocemente, e nel caso di smarrimento del device la chiave può essere immediatamente revocata bloccando così l'accesso al veicolo da parte di soggetti non autorizzati.

Come si può vedere dall'immagine seguente, il funzionamento è il medesimo del caso dell'automobile.

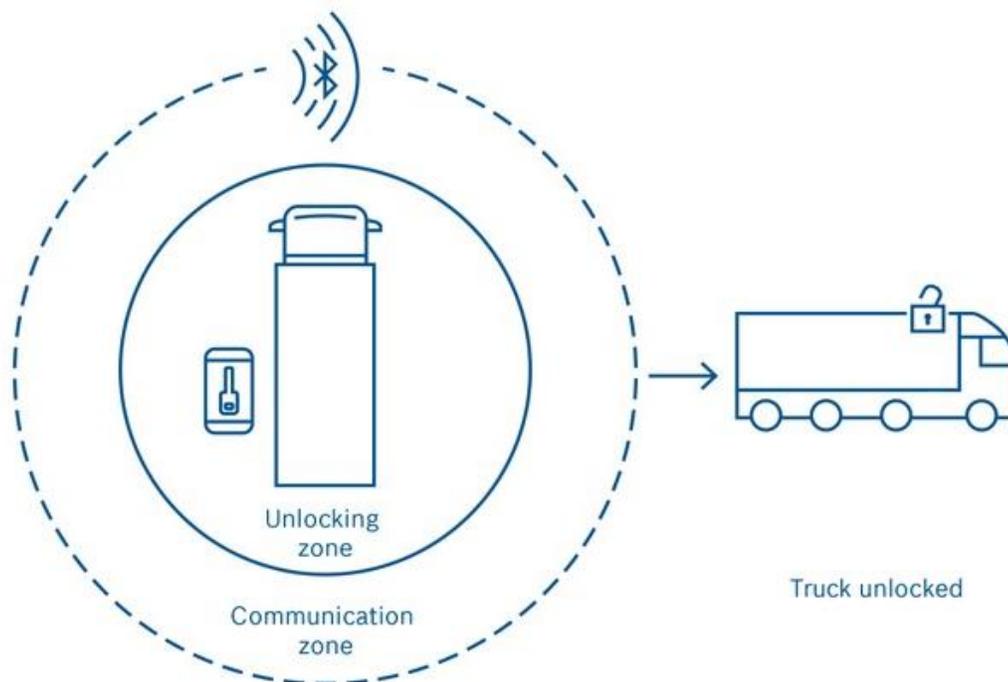


Figura 2.2.1.6: quando il device con la chiave digitale integrata entra nella zona di comunicazione i sensori di prossimità del veicolo ne rilevano la presenza, e quando si è sufficientemente vicini (unlocking zone) le portiere si sbloccano^[43]

Riassumendo, il sistema Perfectly Keyless risulta quindi particolarmente utile anche nel caso della gestione delle flotte di veicoli: in sintesi, all'utente viene concesso o bloccato l'accesso da remoto, o gli possono essere imposti dei limiti geografici o temporali. Ciò permette ai gestori delle flotte (ditte di trasporti, di noleggio di veicoli) di gestire da remoto le chiavi delle vetture, usando un fleet management software. Quando il gestore della flotta associa il veicolo al conducente, il sistema genera automaticamente una chiave digitale personale, che viene inviata sullo smartphone del conducente.

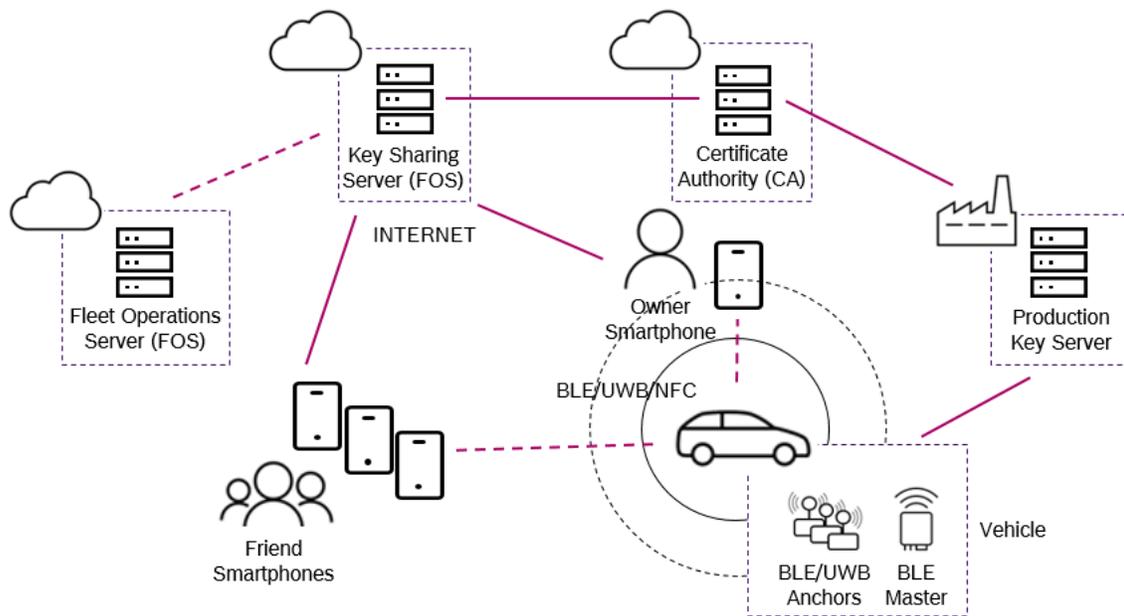


Figura 2.2.1.7: schema dell'architettura del processo di condivisione delle chiavi (immagine creata per una presentazione Bosch)

Come detto all'inizio del capitolo, Bosch propone la chiave digitale nella versione basata sul Bluetooth Low Energy, ma naturalmente la chiave può essere integrata nello smartphone o in qualsiasi altro device e comunicare con la vettura tramite altri sistemi, tra cui il già citato sistema Near Field Communication, o usando l'Ultra Wide Band. La soluzione BLE ha il vantaggio, rispetto all'NFC, di non dover avere il cellulare in mano per accedere alla vettura, cosa che può essere risultare comoda quando si devono per esempio portare le buste della spesa, mentre rispetto all'UWB ha il vantaggio che il Bluetooth è già uno standard negli smartphone. L'UWB, trattandosi di onde radio, ha però un raggio di azione molto più ampio, il che permette di far lampeggiare le luci o far emettere un suono dalla vettura premendo un pulsante quando ci si trova in un grande parcheggio e non ci si ricorda la posizione della vettura. Questa funzionalità è risultata molto gradita dal mercato Americano, proprio per la presenza nelle città di parcheggi molto grandi. Ciò ha portato a valutare l'opzione PK+UWB.

2.3 CAR CONNECTIVITY CONSORTIUM

Il Car Connectivity Consortium non è molto conosciuto, ma è di fondamentale importanza nel panorama della Digital Key. Il CCC è un consorzio che coinvolge circa 75 marchi automobilistici, corrispondenti a più del 70% del mercato, marchi telefonici e fornitori OEM, tra cui Bosch e alcuni dei suoi principali competitors, quali Valeo e Continental.

Nell'ambito delle diverse soluzioni Digital Key, il Car Connectivity Consortium è un'organizzazione che cerca di definire una soluzione standard per la connettività di telefoni cellulari e vetture.

Già a metà 2018 aveva annunciato Digital Key Release 1.0, con lo scopo di consentire di scaricare la chiave digitale direttamente sui propri devices, permettendo di aprire e chiudere le portiere, mettere in moto e condividere con altri l'accesso alla propria vettura. La tecnologia proposta dal CCC ai fini di una sicurezza avanzata nell'accesso all'auto è quella basata sulla connettività senza fili bidirezionale a corto raggio, la NFC (Near Field Communication). Tale soluzione non permette ad esempio di sbloccare l'auto da casa, ma richiede di essere in prossimità della vettura con il dispositivo mobile tra le mani, complicando però così anche i tentativi di furto, a vantaggio di una maggiore sicurezza.

A inizio 2019 il CCC ha invece proposto il Digital Key Release 2.0, con la promessa di una migliore interoperabilità tra auto e dispositivo, che vede in campo diversi partecipanti, tra cui Apple, GM, Samsung, Audi e molti altri. La modifica più interessante di questa nuova versione è il protocollo standardizzato di comunicazione tra veicolo e smartphone. Tale versione è stata ufficialmente annunciata lo scorso ottobre, e introduce una nuova architettura scalabile, al fine di essere in grado di sostenere l'adozione di massa della soluzione proposta, riducendo i costi di sviluppo e assicurando proprio l'aumento di interoperabilità promesso a inizio anno tra una grande varietà di dispositivi smart e auto. La connessione che viene stabilita tra il device e la vettura tramite l'NFC si mantiene anche quando la batteria del device è scarica.

Il CCC ha quindi ormai cominciato a lavorare sul Digital Key Release 3.0, che vedrà l'aggiunta di nuove interfacce di connettività standardizzate per una user experience ancora più fluida. Verrà migliorata la versione precedente aggiungendo la possibilità di accesso

completamente passivo (che non richiede alcuna azione, proprio come è stata pensata da Bosch per la Perfectly Keyless) e sensibile alla posizione relativa tra device e vettura. Sarà così possibile non dover estrarre lo smartphone dalla tasca o dalla borsa per accedere alla vettura e mettere in moto. La convenienza non stà però solo nella migliore user experience complessiva, ma anche nel fatto di consentire ai veicoli di offrire nuove funzionalità in base alla posizione in cui si trova l'utente rispetto alla vettura. Per supportare queste nuove funzionalità, il CCC sta sviluppando delle specifiche basate proprio sul BLE, in combinazione con l'UWB, così da soddisfare tutti i requisiti di sicurezza e consentire una localizzazione della chiave sicura e precisa.

Come è evidente, il problema di maggior interesse è quello della sicurezza, per la quale vengono impiegati molto tempo e molte risorse.

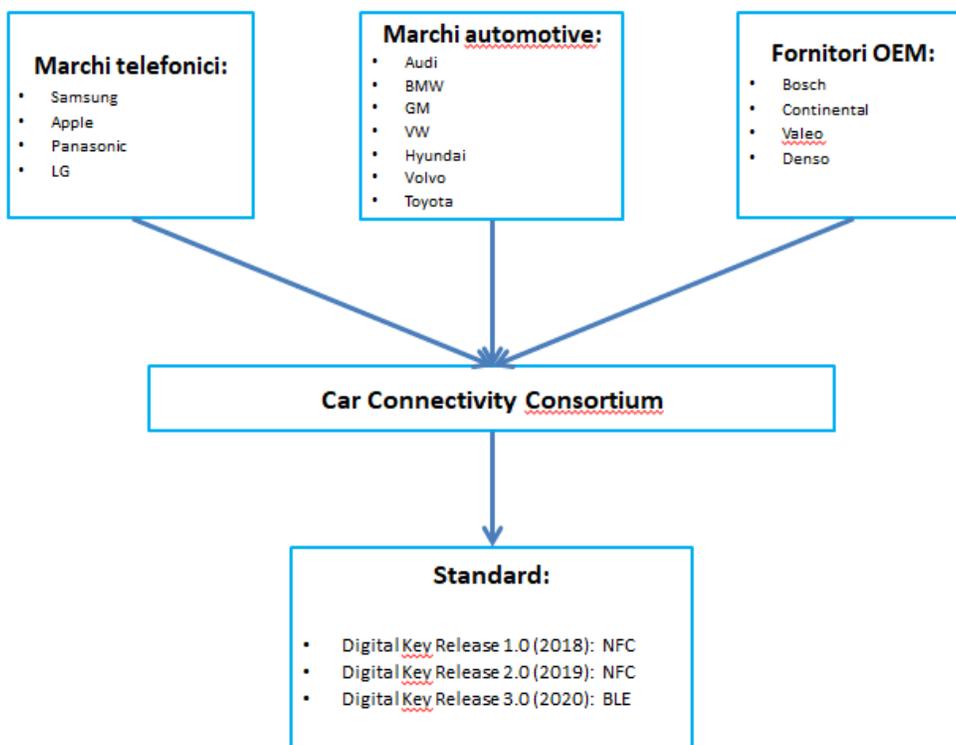


Figura 2.3.1: principali partecipanti al CCC e standard elaborati^[69]

3 **CONSIDERAZIONI ECONOMICHE E STRATEGICHE**

Quella che in generale prende il nome di Automotive Digital Key, in cui rientra la Perfectly Keyless di Bosch, è quello strumento che, integrato nello smartphone o altri devices, permette di aprire e chiudere e avviare il motore, utilizzando tecnologie come la Near Field Communication (NFC) e il Bluetooth, tendenzialmente nella versione Low Energy (BLE). Secondo i risultati di Radiant Insight Inc. (una piattaforma ideata per le aziende al fine di realizzare ricerche di mercato), che sono stati presentati in un report intitolato “Global Automotive Digital Key Market 2018-2022”, dal 2018 al 2022 è prevista una crescita del 10,53% della Digital Key in ambito automotive. Si tratta del CAGR, il Compound Annual Growth Rate, che indica il tasso di crescita di un certo valore in un dato intervallo di tempo, ipotizzando che il tasso di crescita sia costante (probabilmente in questo caso il tasso di crescita sarà addirittura crescente, il che potrebbe portare plausibilmente ad una percentuale anche superiore). Una crescita che, in ogni caso, può essere associata all’interesse verso il concetto di automobile connessa, e alla rivoluzione digitale che da qualche tempo sta cambiando l’industria automobilistica. Le case automobilistiche infatti sanno di dover offrire ai clienti dei servizi sempre più avanzati, rendendo i veicoli intelligenti, andando di pari passo con lo sviluppo dell’IoT (Internet Of Things).

Sempre nel report sopra citato, la digital key rappresenta inoltre un driver fondamentale dell’aumento della domanda dei servizi di car sharing e noleggio di vetture, in quanto ne facilita la gestione. Come verrà esplicitato meglio nel paragrafo 3.4, la chiave digitale non va dunque interpretata solo come un optional, ma apre la strada ad un drastico cambiamento, in parte già intrapreso, nel modello di business del settore automobilistico: la mobilità è interpretata in un modo nuovo, in quanto la vendita della vettura viene in parte sostituita dalla fornitura di un servizio, proprio grazie alle possibilità che la digital key, e in particolare la Perfectly Keyless, apre (di cui si è parlato nel secondo capitolo).

Per quanto riguarda la geografia della diffusione delle chiavi digitali automobilistiche, a partire dal 2017 il segmento EMEA (Europe, Middle East and Africa) detiene una quota di mercato (il cosiddetto “market share”) tra il 60% e il 70%. Questa percentuale molto alta è probabilmente dovuta alla capacità di questo segmento di adattarsi velocemente ai cambiamenti tecnologici, alla rapida innovazione e continuo miglioramento delle chiavi digitali da parte dei produttori automobilistici europei e alla crescita del mercato del car sharing nei paesi europei. A sperimentare poi una crescita nel settore delle digital keys, ci sono anche i mercati di NAFTA (Nord America Free Trade Agreement, ad indicare il mercato nord americano) e, anche se in misura molto minore, APAC (Asia Pacific And China), in cui le persone sembrano molto propense all’utilizzo dei servizi di sharing delle vetture.

Tra i principali attori nel settore della digital key ci sono Bosch, Continental, Valeo (tutti e tre nella top ten dei più importanti fornitori di componentistica automotive), Hyundai, Samsung ed Ericsson, le cui proposte verranno viste più nel dettaglio in questo capitolo.

3.1 LE CINQUE FORZE DI PORTER

Per analizzare la competitività di un nuovo prodotto o servizio all'interno di un determinato settore, si può utilizzare il cosiddetto Modello delle cinque forze di Porter, secondo il quale bisogna valutare, oltre alla rivalità tra i concorrenti già in gioco, altri quattro aspetti che alimentano questa rivalità. Oltre ai concorrenti esistenti, bisogna dunque guardare anche alla minaccia costituita da nuovi possibili entranti, a quella costituita dalla presenza di prodotti sostituiti, al potere contrattuale di eventuali fornitori e a quello dei clienti.



Figura 3.1.1: le cinque forze di Porter^[47]

Nel caso della Perfectly Keyless ci collochiamo nel settore delle chiavi digitali in ambito automotive, quindi è a questo settore che naturalmente dobbiamo guardare per capire quale sia il suo reale vantaggio competitivo, che va ben oltre la comodità e sicurezza intrinseche di questa soluzione, di cui si è già ampiamente parlato nel capitolo precedente, in tutte le sue sfaccettature.

Per quanto riguarda l'**intensità della concorrenza**, nel panorama mondiale del settore automotive, con riferimento specifico al mercato della Digital key, sono emersi alcuni big players, di cui Bosch fa parte, in quanto primo fornitore al mondo di componentistica per autoveicoli. Tra questi si trovano:

- **Continental:** azienda tedesca con sede ad Hannover, è una dei principali cinque fornitori nel settore automobilistico, con un fatturato nel 2018 per 44,4 Mld di euro e oltre 243000 dipendenti. Ha più di 20 anni di esperienza nello sviluppo e produzione di chiavi elettroniche per autovetture. Una delle prime soluzioni che questa azienda ha proposto in ambito Comfort Access è stato il sistema PASE (Passive Access and Entry System), introdotto nel 1998 e sottoposto a uno sviluppo continuo, che rende possibile l'accesso alla vettura e l'accensione del motore grazie al riconoscimento automatico della chiave da parte del veicolo. Già nel 2015 ha cominciato a sviluppare un sistema per l'accesso alle vetture tramite smartphone, inizialmente pensato per il car sharing. Questo prevede lo scambio di dati tra smartphone e veicolo usando proprio il già citato NFC o il BLE. Quando l'utente prenota la vettura tramite app, il sistema gli invia la chiave virtuale criptata, che viene salvata nella SIM dello smartphone, e contiene le autorizzazioni per l'accesso al veicolo, che vengono trasmesse, insieme al profilo dell'utente, al lettore incorporato nel veicolo, ad esempio nelle portiere, per consentire l'accesso. All'interno un altro lettore verifica la correttezza dei dati per consentire l'avvio del motore. Questo stesso sistema può essere applicato alle vetture private per rendere più agevole la gestione della vettura sia a livello di comodità personale sia nello scambio della medesima tra parenti e conoscenti.
- **Valeo:** multinazionale francese specializzata nella componentistica per autoveicoli, ha raggiunto nel 2018 un fatturato di 19,1 Mld di euro, e conta quasi 92000 dipendenti. Già lanciata verso i sistemi PEPS, ha voluto estenderne le funzionalità per integrare nuovi utilizzi collegati all'IOT (Internet Of Things), e quindi a dispositivi quali smartphones e smartwatches. Ha quindi proposto una soluzione di digital key basata sul Bluetooth, che permette le azioni già viste in precedenza. Il sistema compatibile con lo smartphone e chiamato InBlue facilita anche il car sharing, il parcheggio da remoto e l'accesso ai dati del veicolo quali la pressione delle ruote, il livello del

carburante e la posizione in cui è parcheggiato. Il device comunica con il veicolo, usando la chiave virtuale localizzata al suo interno, attraverso la piattaforma InBlue, che viene dichiarata essere sicura quanto i sistemi di mobile payment.

Aziende come Bosch, Continental e Valeo sono i cosiddetti fornitori OEM (Original Equipment Manufacturer), cioè i fornitori di primo equipaggiamento. Tra i big players compaiono però anche alcuni car makers. Possiamo citare:

- **Volvo:** casa automobilistica svedese, facente parte della multinazionale Ford, è uno dei più famosi produttori di automobili di lusso, in competizione con marchi come BMW, Cadillac, Jaguar e Mercedes-Benz. Ha sviluppato l'app Volvo On Call, che permette di integrare la chiave della vettura nello smartphone, così da rendere possibile anche l'invio delle chiavi virtuali a parenti e amici, che possono quindi usufruire della vettura per il tempo stabilito a priori dal proprietario, senza la necessità che avvenga lo scambio fisico della chiave. Volvo sta già sperimentando anche la consegna nel bagagliaio da parte dei corrieri.
- **Hyundai:** multinazionale coreana, a inizio 2019 ha annunciato la sua proposta di digital key. Tramite l'app Hyundai il proprietario può bloccare e sbloccare le portiere e avviare la macchina. Il sistema è basato sull'NFC, e fa affidamento su delle antenne, localizzate nelle portiere anteriori e all'interno del veicolo nel pad di ricarica del telefono posizionato nella console centrale, che rilevano il segnale dello smartphone autorizzato nelle vicinanze. In questo caso per l'avvio della vettura occorre, essendo il sistema basato sull'NFC, posizionare il telefono sul pad prima di premere il pulsante di avvio del motore. Anche il sistema proposto da Hyundai è orientato verso i futuri car sharing in cui il proprietario noleggia la propria vettura.

Volvo e Hyundai sono solo due esempi due case automobilistiche che stanno sperimentando questo tipo di sistemi; tra gli altri ci sono Tesla, Volkswagen, BMW e Audi. Molti altri car makers facenti parte del CCC però stanno prendendo in considerazione lo sviluppo di sistemi simili.

Dal punto di vista della soluzione di Bosch, i concorrenti maggiori sono gli altri fornitori OEM, in quanto i car makers che sviluppano la propria app tendono a sviluppare il sistema esclusivamente per le proprie vetture, mentre il fornitore OEM tende a proporre soluzioni,

installabili talvolta anche in aftermarket, che possono essere applicate su più modelli di diversi produttori che non sviluppano da sé il prodotto. Ne è un esempio la Remote Cloud Key di Continental, che l'azienda ha dichiarato essere "retrofittabile", cioè disponibile sia per i veicoli nuovi che per quelli esistenti. Il sistema può infatti essere installato a posteriori su vetture già sul mercato, senza che sia nemmeno necessario modificarne i componenti o i cablaggi, se precedentemente dotati di sistemi di accesso passivo. Inoltre l'azienda ha assicurato anche l'adattamento della soluzione per quasi tutti i marchi di vetture e quasi tutti i modelli.

Nello specifico Bosch ha come principale cliente il gruppo FCA (di cui a breve farà parte, secondo il recente annuncio del Gruppo, anche la francese PSA, che potrebbe dunque essere un altro potenziale cliente).

Volendo tirare le prime somme, potremmo dire che l'intensità della concorrenza non è ancora eccessivamente elevata, ma promette di diventarlo, in quanto aumenta sempre più, anche in virtù di quelli che potremmo definire **nuovi entranti** nel settore automotive, che nonostante siano aziende che tipicamente non appartengono a tale settore, grazie alle loro core competencies in ambito tecnologico, si stanno muovendo nel panorama della digital key per le vetture, minacciando di diventare di fatto dei competitors. Tra questi si possono citare:

- **Ericsson**: azienda svedese leader mondiale nella fornitura di servizi e tecnologie per la comunicazione; anch'essa ha sviluppato già nel 2017 una digital key e una piattaforma di car sharing. Lo ha fatto tramite una partnership con la casa automobilistica cinese/svedese Link & Co, fondata nel 2016 e le cui prime concessionarie in Europa sono previste per il 2020, che necessitava proprio di un partner con esperienza nella connettività IoT e Cloud. Così Ericsson ha sviluppato la piattaforma Connected Vehicle Cloud, che ha permesso a Link & Co di sviluppare la propria idea. La piattaforma è stata studiata per essere personalizzabile in base alle esigenze di qualsiasi cliente.
- **Samsung**: azienda coreana conosciuta principalmente per essere una dei leader del mercato degli smartphones, si sta muovendo già da qualche anno nel panorama delle digital car key, proponendo soluzioni NFC, UWB e BLE. Il primo passo lo ha fatto nel 2016, quando, insieme alla casa automobilistica Mercedes-Benz, ha presentato una soluzione di chiave digitale che trasformava i Samsung Galaxy in chiavi intelligenti.

L'app era fornita da Mercedes-Benz, e permetteva ai proprietari di un Samsung Galaxy di sbloccare, bloccare e avviare la vettura utilizzando unicamente il proprio smartphone, utilizzando la tecnologia NFC, anche a cellulare spento, grazie ad un Secure Element incorporato.

- **Apple:** l'azienda della Silicon Valley, tra i più famosi produttori di dispositivi elettronici e multimediali, ha sviluppato anch'essa la sua digital key per Iphone ed Apple Watch.

Samsung, come Apple, è uno dei marchi telefonici che aderisce al Car Connectivity Consortium, che, come già detto al termine del secondo capitolo, grazie alla presenza di marchi telefonici e automobilistici che lavorano in sinergia, si pone come obiettivo quello di definire uno standard sempre aggiornato per l'adozione della digital key. Nel 2018 il proprietario di una Tesla Model 3 poteva già utilizzare il cellulare come chiave per il veicolo, ma non esisteva ancora un vero e proprio standard comune che garantisse l'accesso tramite il telefono nel momento di un cambio di marca o semplicemente modello di vettura o telefono. Ora, dopo il rilascio dei Digital Key Release 1.0 e 2.0, con la promessa nel 2020 del 3.0, si prospetta l'onnipresenza della chiave digitale su ogni tipo di vettura. Ciò naturalmente va ad aumentare la competizione.

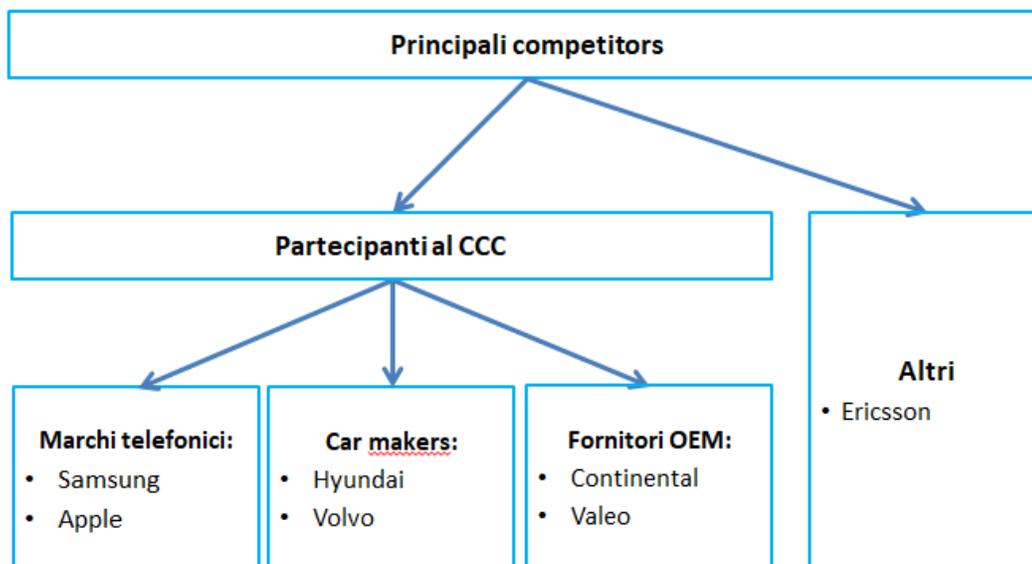


Figura 3.1.2: principali competitors

Guardando invece a quelli che potrebbero costituire dei **prodotti sostituti** della chiave digitale integrata nei devices, costituenti anch'essi una potenziale minaccia, seppur attualmente siano molto meno diffusi, si possono identificare ad esempio i sistemi di accesso biometrici. Continental propone sistemi di accesso con elementi biometrici, il che introduce un alto livello di sicurezza. In questo modo la presenza di una chiave valida presente all'interno del veicolo non basta più per mettere in moto, ma il guidatore deve autenticarsi tramite un sensore di impronte digitali. Con questo duplice procedimento di autenticazione aumentano notevolmente le misure di protezione antifurto. Inoltre gli elementi biometrici danno la possibilità di personalizzare la vettura. Il sistema in pratica è collegato ad una telecamera presente all'interno del veicolo, che riconosce il volto del conducente e attiva le impostazioni personalizzate, come la posizione del sedile e degli specchi retrovisori, la radio e la temperatura dell'abitacolo. Un'altra particolarità proposta da questa azienda è quella del sistema oscurante dei vetri, chiamato Intelligent Glass, che fa sì che i finestrini si oscurino gradualmente quando il proprietario si allontana dalla vettura, non permettendo ad estranei e malintenzionati di vedere all'interno, per poi schiarirsi nuovamente quando il conducente si riavvicina.

Come detto sopra, questi sistemi sono attualmente poco utilizzati e sperimentati, quindi al momento la minaccia costituita da prodotti sostituti è ancora piuttosto bassa, in quanto quasi tutte le soluzioni vertono sui sistemi basati su Near Field Communication e Bluetooth Low Energy, talvolta in combinazione tra loro.

Passando invece al **potere contrattuale dei fornitori**, nel caso della soluzione proposta da Bosch, è basso, si potrebbe dire nullo addirittura, in quanto l'azienda possiede le conoscenze, le core competencies e le risorse umane necessarie a sviluppare da sé l'app Perfectly Keyless da proporre poi ai suoi clienti, ed è potenzialmente in grado di fornire l'equipaggiamento necessario alla vettura in termini di elettronica, ad esclusione di pochi componenti quali le antenne bluetooth, che però è il produttore della vettura a procurarsi, insieme al necessario per i cablaggi delle portiere.

Per quanto riguarda invece il **potere contrattuale dei clienti**, questo è abbastanza elevato, in virtù delle soluzioni simili proposte da molti fornitori OEM e marchi telefonici, come visto precedentemente. Il cliente, in questo caso, fondamentalmente, il car maker, può dunque scegliere tra parecchie aziende il proprio partner con cui sviluppare il sistema di accesso tramite device, soprattutto in seguito alla definizione dello standard grazie all'operato del Car Connectivity Consortium, che tende ad omologare il servizio offerto dalle diverse società. Se ci fossimo fermati all'analisi dei concorrenti diretti, saremmo giunti erroneamente alla conclusione di un mercato abbastanza concentrato, mentre, alla luce di quanto emerso, possiamo dire che la rivalità nel settore è mediamente elevata, e promette di diventarlo sempre di più.

3.2 SWOT ANALYSIS

L'analisi SWOT è uno strumento usato per la gestione e pianificazione strategica, in quanto aiuta l'azienda a identificare i punti di forza (Strengths) e di debolezza (Weaknesses) che la caratterizzano e le opportunità (Opportunities) e minacce (Threats) che può incontrare, anche relativamente allo sviluppo o commercializzazione di un determinato prodotto o servizio.



Figura 3.2.1: SWOT Analysis^[63]

I **punti di forza** sono gli elementi su cui puntare. Per Bosch, in riferimento al settore automotive e al prodotto in esame, sono il know-how dei dipendenti, il fatto di essere un marchio molto conosciuto che gode di una forte reputazione, grazie ai suoi prodotti dalla qualità nota, e le competenze dell'azienda in materia di marketing, oltre alla capacità di pubblicizzare in modo mirato i propri prodotti. Inoltre la soluzione appare alquanto sicura, molto più dei sistemi keyless più conosciuti e utilizzati.

I **punti di debolezza** sono invece gli aspetti su cui bisognerebbe lavorare per raggiungere una maggiore competitività. In questo caso un possibile punto di debolezza è costituito dal fatto che l'azienda non sempre riesce ad avere prezzi competitivi, il che potrebbe valere anche per

la Perfectly Keyless, in quanto i concorrenti potrebbero proporre le loro soluzioni a pressioni minori.

Le **opportunità** sono ciò che può divenire, se colte nel modo giusto, punto di forza, ma anche punto di debolezza se trascurate. L'opportunità più grande è costituita dal fatto che i consumatori sembrano essere fortemente interessati alle soluzioni keyless: lo dimostra un sondaggio fatto in Germania la scorsa primavera, da cui è emerso che il 76% dei tedeschi ha avuto, almeno una volta, problemi con la chiave della macchina. Soprattutto tra i millenials, e tra coloro che guidano di frequente, la chiave rappresenta una scomodità, perché non si sa dove metterla quando si va in palestra ad esempio, o semplicemente perché non ci si ricorda dove la si è messa, sprecando quindi molto tempo per ritrovarla. Solo un 6% degli intervistati ha interesse ormai ad esibire il logo della casa automobilistica presente sulla chiave, che fino a pochi anni fa rappresentava ancora uno status symbol. Insomma, il 46% degli uomini e il 32% delle donne si sono dichiarati entusiasti all'idea di utilizzare lo smartphone come chiave.

Le **minacce**, infine, sono costituite da eventi che potrebbero ostacolare un progetto. Spesso sono la conseguenza dei punti deboli dell'azienda, o di opportunità che sono state trascurate. Tra le possibili minacce ci sono il numero crescente di competitors che propongono prodotti praticamente analoghi o sostituti, magari a prezzi più vantaggiosi per i clienti.

L'esistenza del CCC può costituire un'opportunità o una minaccia a seconda del punto di vista da cui la si guarda. Da una parte il fatto che il Car Connectivity Consortium al momento ha pubblicato lo standard Near Field Communication potrebbe in qualche modo ostacolare la diffusione immediata del sistema basato principalmente sul Bluetooth Low Energy, il cui standard, seppur il CCC ci stia lavorando, non è invece ancora stato ben definito. Lo standard in vigore al momento infatti, seppur utilizzando comunque anche il bluetooth per la trasmissione dei dati, ai fini della sicurezza, prevede ancora l'avvicinamento del telefono ai sensori della maniglia. Dall'altra la prospettiva dello standard 3.0, che invece si prevede sarà basato sul BLE in combinazione con la tecnologia Ultra Wide Band, potrebbe costituire un'opportunità per chi, come Bosch, ci ha già pensato, in quanto "in anticipo" rispetto ai competitors.

3.3 DIGITAL KEY E SHARING ECONOMY

La diffusione della chiave digitale integrata nei devices va nella stessa direzione di un fenomeno, molto in crescita negli ultimi anni, che prende il nome di sharing economy. Come dice il nome, “economia della condivisione”, fa riferimento alla sempre più diffusa usanza di condividere, grazie anche all’uso di piattaforme adibite allo scopo e di app appositamente studiate, beni o servizi. Secondo l’Oxford Dictionary, il termine, introdotto nel 2015, sta ad indicare “un sistema economico in cui beni o servizi sono condivisi tra individui privati, gratis o a pagamento, attraverso internet”^[65].

Sono esempi di sharing economy BlaBlaCar (condivisione della propria auto durante un viaggio, che va sotto il nome di car pooling, in quanto si condivide lo spostamento, non tanto il mezzo in sé per sé), Airbnb (condivisione della propria abitazione, in genere quando non se ne usufruisce personalmente anche solo per dei periodi), Turo (fino al 2017 chiamata RelayRides, che è una sorta di “Airbnb delle auto”^[66]) e tutti gli altri servizi di car o bike sharing ormai sempre più diffusi.

Uno dei sottoinsiemi della sharing economy è quella che viene chiamata sharing mobility, la quale sta ad indicare il fenomeno grazie al quale lo spostamento da un luogo all’altro avviene tramite l’utilizzo di veicoli condivisi (car e bike sharing, car pooling e tutto ciò che è mobilità condivisa, contribuendo così alla cosiddetta smart mobility). È qui che si colloca il discorso sull’utilizzo e la diffusione delle chiavi digitali in ambito automotive, in quanto la sharing mobility ne è sicuramente favorita (nel paragrafo 2.2.1 è stata vista l’utilità della digital key nei servizi di car sharing).

Si è però parlato anche della possibilità, semplificata dall’utilizzo della digital key, di condividere la propria auto con parenti e conoscenti. La stessa cosa può essere fatta, invece che a titolo di favore, per ridurre i costi di possesso della vettura, quindi concedendola in affitto, magari quando si è via e non si ha la necessità di utilizzarla. È quello che viene chiamato car sharing peer-to-peer: fondamentalmente, un privato mette a disposizione la propria vettura ad altri privati (nel car sharing tradizionale sono invece le aziende a mettere a disposizione i mezzi). Il tutto avviene tramite delle app dedicate, come la già citata Turo, basate sullo stesso principio di Airbnb, solo che invece di mettere a noleggio temporaneo il

proprio appartamento si fa la stessa cosa con la propria auto. Il tutto può essere reso più semplice e veloce grazie alla chiave digitale che arriva direttamente sullo smartphone di chi ha richiesto la vettura. Ad esempio Mercedes, con la sua app Connect Me, permette di generare una chiave digitale da inviare a chi si vuole, ideata proprio per facilitare il car sharing tra privati.

Ma se da una parte, come detto sopra, il passaggio dal possesso esclusivo alla possibilità di noleggiare la propria auto iscrivendosi ad una piattaforma adibita allo scopo permette di coprire in parte i costi tipici che si devono sostenere quando si possiede una vettura, come la benzina, le eventuali rate da pagare e la manutenzione, dall'altra si aprono le questioni relative alle problematiche legate all'assicurazione di un veicolo appartenente ad un privato, che però viene affidato, a pagamento, ad un altro privato. In Italia Get my car (un'app che permette proprio lo scambio tra privati tramite noleggio) ha stretto un accordo con la compagnia assicurativa Europ Assistance Italia, al fine di formulare un tipo di assicurazione che possa tutelare proprietari e conducenti, fornendo una copertura totale che va dall'inizio alla fine del noleggio.

3.4 DA PRODOTTO A SERVIZIO

Alla luce di quanto visto fino ad ora, e considerando le caratteristiche intrinseche della digital key, essa può anche essere collegata a quel fenomeno che prende il nome di servitization.

Il termine servitizzazione viene usato quando il modello di business di una qualsiasi impresa si focalizza non più sul prodotto, ma assume altresì una prospettiva incentrata sul cliente. È un “processo per cui un prodotto non viene più proposto o venduto da solo, ma erogato in combinazione con un servizio”^[67].

La chiave digitale è infatti importante non in quanto prodotto in sé, anche perché di prodotto concreto c'è ben poco, essendo qualcosa di astratto, gestito da cloud e non visibile poiché integrata in un altro dispositivo, ma per i servizi che è in grado di offrire. L'azienda tedesca Continental definisce ad esempio la sua RCK (Remote Cloud Key) proprio come un servizio, non un prodotto; è infatti un servizio di accesso senza chiave, gestito da un cloud. Un prodotto di base c'è, ma è costituito dai componenti e dai cablaggi che permettono il funzionamento del sistema a monte, mentre ciò che viene offerto è di fatto un servizio: un servizio di accesso alle vetture e di scambio delle chiavi, studiato principalmente per le già citate società di car sharing, di noleggio di auto, per i gestori delle flotte di camion, e per le famiglie che condividono l'auto tra i membri o con altre persone. Come si può notare, l'interesse è verso i clienti.

Nel paragrafo precedente si è parlato dei problemi legati all'assicurazione nel caso di noleggio della vettura tra privati. Guardando la situazione da un altro punto di vista, i sistemi di gestione della vettura da remoto aprono anche delle possibilità in relazione al servizio assicurativo. Lo smartphone è un oggetto personale, quindi si può tenere traccia di chi utilizza l'auto, dove, per quanto tempo, e se la condivisione è permanente (ad esempio se il proprietario condivide costantemente la vettura con un'altra persona, che quindi possiede in modo continuativo una “copia” virtuale della chiave, con la possibilità di utilizzarla in qualsiasi momento), o se invece è limitata nel tempo e nello spazio (la vettura viene concessa una sola volta o comunque occasionalmente al conducente in questione, con limitazioni a livello temporale e di distanza da poter percorrere, magari anche in un confine definito). Si hanno quindi a disposizione una serie di informazioni che possono avere grande rilevanza a

livello di responsabilità assicurativa, sia in caso di incidente sia nel pagamento ordinario dell'assicurazione. Questo perché c'è differenza se a guidare la vettura è un neopatentato o un adulto con molti anni di esperienza alle spalle. Bosch ad esempio, collaborando con InfoCert, leader del mercato in Italia per quanto riguarda i servizi di digitalizzazione, potrebbe certificare, a livello legale, l'identità digitale del guidatore, così da rendere possibili delle innovazioni a livello assicurativo, come polizze a consuntivo, che permettono di pagare il conguaglio del premio della polizza in base a chi e quanto effettivamente ha utilizzato il mezzo assicurato, e formule di assicurazione che permettono, nel caso si condivida con altri utilizzatori estranei il mezzo, di ripartire eventualmente la responsabilità tra il proprietario effettivo e questi ultimi.

3.5 CONCLUSIONI

Abbiamo analizzato l'intensità della concorrenza, i punti di forza e di debolezza della soluzione Perfectly Keyless, il collegamento con la sharing economy, anche chiamata "economia delle piattaforme", e il passaggio dalla chiave come prodotto alla fornitura di un servizio. Ma a livello di costi? Quale è la convenienza di questa soluzione dal punto di vista del produttore automobilistico e da quello del cliente? Cosa cambia rispetto ad una soluzione che usa esclusivamente le onde radio?

Per cominciare, per dare un'idea di quanto costa per il cliente l'optional Comfort Access, nella tabella seguente sono riassunti i costi di tale optional su alcune vetture di fascia alta o medio-alta (attualmente i sistemi keyless entry in generale si trovano su tali tipi di vetture, soprattutto quelli più avanzati che offrono già la digital key oltre alla più comune smart key, anche se naturalmente l'intenzione sarebbe poi quella di proporli anche su vetture di fascia più bassa).

Tabella 3.5.1: prezzo dell'optional Comfort Access su alcune vetture di fascia alta^{[75][76]}

Marca	Modello	Costo Sistema Comfort Access System	Tipologia proposta
BMW	Serie 2 Coupè	450 €	Smart Key
	Serie 1	550 €	Smart Key, Digital Key con NFC
	Serie 3 Berlina	650 €	Smart Key, Digital Key con NFC
	Serie 5 Berlina	1.000 €	Smart Key
Jaguar	F-PACE	1.067 €	Smart Key
	F-TYPE	599 €	Smart Key
	XF	1.073 €	Smart Key

Come si nota dalla tabella, i prezzi dipendono più dal modello che dall'aggiunta o meno della possibilità di utilizzare la digital key.

Dal punto di vista del produttore automobilistico però ciò che importa è la spesa che l'installazione di questi sistemi sulla vettura comporta.

Facciamo quindi un confronto tra il costo di installazione generico di un sistema di accesso keyless basato solo su onde radio e il costo di installazione di un sistema che utilizza il Bluetooth.

In media l'equipaggiamento per un sistema di Comfort Access basato sullo sfruttamento delle radiofrequenze ha un costo di circa 250 €, ed è costituito dai seguenti componenti:

- maniglie delle portiere esterne
- cablaggio delle portiere
- centralina comfort access
- antenna RF-UWB

Nel caso specifico invece di un sistema Perfectly Keyless, i componenti risultano i seguenti:

- maniglie delle portiere esterne (UWB-PK)
- cablaggio delle portiere (UWB-PK)
- master
- antenne BLE

Non conoscendo il costo esatto, ma sapendo che un'antenna Bluetooth potrebbe costare circa quattro volte un'antenna radio, possiamo normalizzare, ponendo pari ad 1 il costo di un'antenna RF, e pari a 4 quello di un'antenna BLE.

Il sistema Basato sul Bluetooth può essere fondamentalmente di due tipologie, a seconda dei componenti: una di fascia alta (upp bound) e una di fascia bassa (low bound).

Il sistema di fascia alta è composto da tre antenne BLE+UWB, che servono principalmente per la comunicazione tra vettura e device (quindi per il riconoscimento che permette lo sblocco delle portiere e l'avvio del motore, insieme alle regolazioni automatiche che si attivano), da quattro antenne radio UWB, che servono per la localizzazione del device quando esso si trova ad una distanza elevata dalla vettura (il Bluetooth nella versione più aggiornata del 2016 può permettere la comunicazione solo fino a circa 40 metri al chiuso, ad esempio in un parcheggio, e fino a circa 200 metri all'aperto) e da una centralina master.

Nell'immagine seguente è schematizzata una vettura con sistema upp bound, con il relativo posizionamento delle antenne e della centralina master.

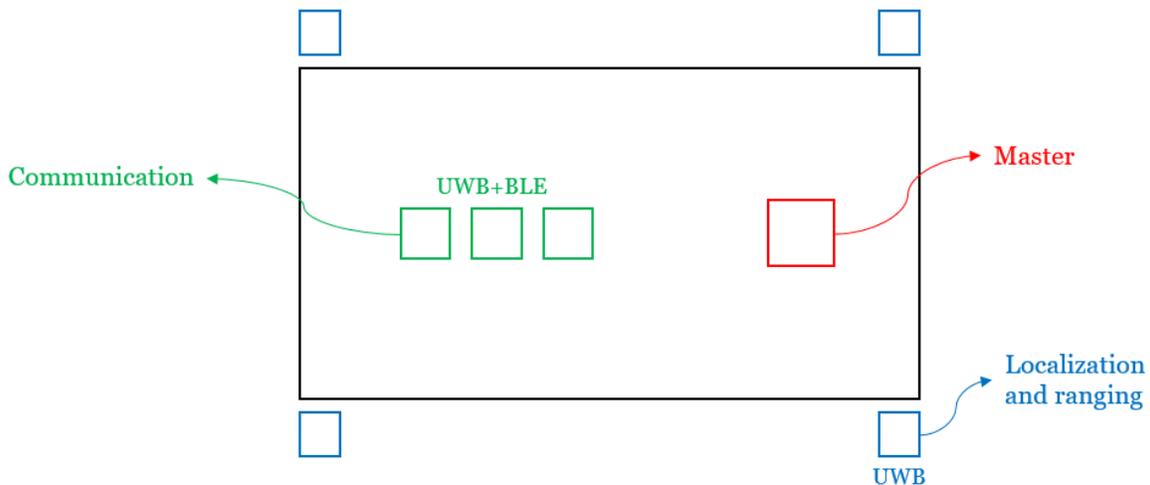


Figura 3.5.1: schema di un sistema di fascia alta

Volendo fare un'analisi del costo di questo sistema nel caso di fascia alta, ponendo pari a 1 il costo di un'antenna RF e quindi come detto sopra pari a 4 quello di un'antenna BLE (e all'incirca lo stesso vale per un'antenna UWB), si ottiene:

- il costo delle quattro antenne UWB insieme è circa 16 volte il costo di un'antenna RF
- il costo di un'antenna UWB-BLE, considerando che i due sistemi sono integrati in un'unica antenna, potrebbe essere circa 5 volte quello di un'antenna RF, ma considerando che le antenne sono tre, il costo arriva ad essere 15 volte superiore
- la centralina master ha un costo che può essere paragonato a quello della centralina comfort access

Si arriva quindi alla conclusione che il costo dovuto ai componenti differenti arriva ad essere fino a 30 volte superiore rispetto a quello richiesto per l'installazione della sola antenna RF, considerando una differenza trascurabile per quanto riguarda i cablaggi (ma ricordando che lato produttore si parla comunque di prezzi delle antenne relativamente bassi, che non raggiungono nel caso dell'antenna RF la doppia cifra).

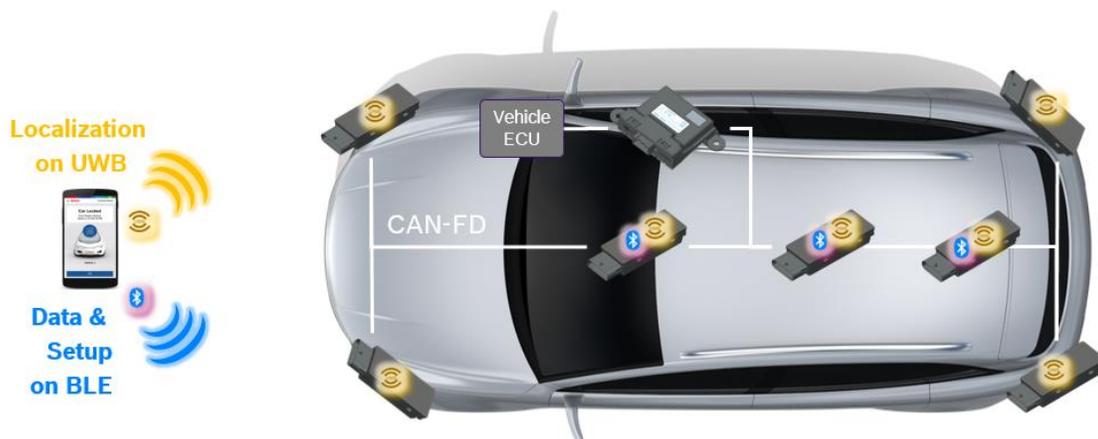


Figura 3.5.2: posizionamento di antenne e centralina in una vettura (immagine utilizzata in una presentazione Bosch)

Nel caso invece di un sistema di fascia bassa, esso è composto solo da tre antenne Bluetooth, disposte su tre lati della vettura (i lati delle portiere e il lato posteriore) per la comunicazione tra vettura e device e da una centralina master collocata nella parte anteriore della vettura (nella realtà non è perfettamente centrale, come si vede dalla figura sopra) come nel caso precedente.

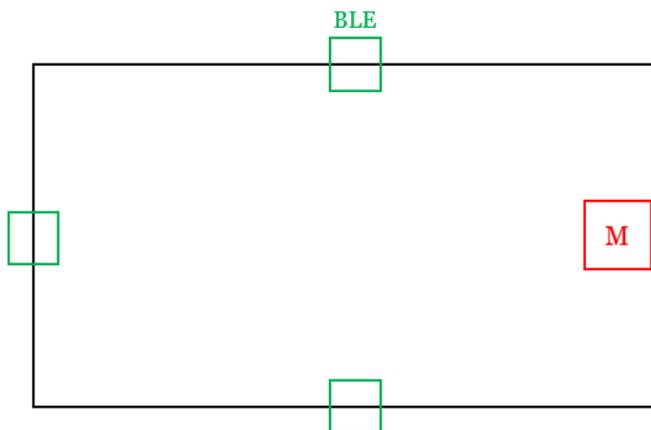


Figura 3.5.3: schema di un sistema di fascia bassa

Anche in questo caso facendo un'analisi della differenza di costo che ne consegue, scegliendo di installare un sistema di fascia bassa, si avrebbe che il costo delle tre antenne BLE è circa 12 volte quello di un'antenna RF, mentre per quanto riguarda la centralina master vale lo stesso discorso fatto per il sistema di fascia alta. Quindi in totale risulta un costo 12 volte superiore per quanto riguarda l'installazione delle antenne.

Sembrerebbe dunque che per il produttore non sia conveniente, in termini di spese di sostenere, equipaggiare le proprie vetture con questo tipo di sistemi, se non a fronte di un aumento del prezzo di vendita. Ma in realtà un saving per l'OEM c'è: installando un sistema che permette l'utilizzo della chiave digitale tramite una app come Perfectly Keyless, non è necessario fornire il telecomando (che ha dei costi comunque non indifferenti), a meno di richiesta da parte del cliente (che quindi si presuppone in tal caso disposto a sostenere un costo aggiuntivo per averlo), per utilizzare le funzioni keyless entry e keyless go, in quanto è sufficiente l'utilizzo dello smartphone. Può essere semplicemente fornita una sola copia di chiave con RFID, nel caso di smarrimento dello smartphone o da usare in caso di necessità se dovessero sopraggiungere problemi, da utilizzare nella modalità classica manuale.

Dal punto di vista del cliente, a livello di spesa da sostenere al momento dell'acquisto della vettura, non dovrebbero esserci cambiamenti significativi rispetto all'acquisto di una vettura con accesso keyless tramite smart key, in quanto a fronte dell'aumento dovuto al maggior costo del sistema installato, non è necessario acquistare la smart key. Inoltre si ha un risparmio sulla batteria della macchina, poiché, come si è già accennato, con il sistema che utilizza il BLE, è principalmente il telefono ad emettere.

Ma il maggior saving dal punto di vista dell'utente arriva dallo sfruttamento delle tante possibilità che la digital key offre. Marchi quali il già citato Lynk & Co offrono il car sharing come funzionalità, sia nel caso di condivisione con altre persone sia nel caso di noleggio vero e proprio della propria auto. Ciò potrebbe diventare usanza comune con la diffusione della chiave digitale, in quanto la condivisione sarebbe relativamente semplice, e permetterebbe di ridurre i costi di proprietà della vettura, nei modi di cui si è detto più volte in precedenza in questo capitolo.

Dovendo trarre una conclusione sull'utilizzo della digital key basata sul BLE, essa ha la stessa comodità, per accesso e messa in moto, del sistema PEPS (anche maggiore se consideriamo il

fatto di non dover portare con sé le chiavi della macchina con il rischio di dimenticarle o non sapere dove metterle in certe occasioni), ma la stessa affidabilità e sicurezza, dal punto di vista di furti dovuti alla clonazione della chiave, del Near Field Communication (che, seppur permettendo l'utilizzo dello smartphone, richiede di estrarlo per poter accedere alla vettura). Inoltre offre le stesse possibilità di quest'ultimo dal punto di vista dello sfruttamento della chiave digitale, sia per il privato sia per i gestori di flotte e servizi di car sharing.

SITOGRAFIA

- ❖ ^[1]<https://corporate.bosch.it/la-nostra-azienda/la-nostra-storia/> (disponibile in data 27/10/19)
- ❖ ^[2]https://aaboschapit.resource.bosch.com/media/common_used_media/parts/special__a_uto_parts_1/truck__special/elektriktruck-lambdasonde_geschichte-gb_734x350.jpg (disponibile in data 27/10/19)
- ❖ ^[3]https://assets.bosch.com/media/global/bosch_group/our_figures/pdf/bosch_today_2019.pdf (disponibile in data 27/10/19)
- ❖ ^[4]<https://www.bosch.com/company/our-figures/> (disponibile in data 27/10/19)
- ❖ ^[5]https://assets.bosch.com/media/global/bosch_group/our_figures/pdf/bosch-annual-report-2018.pdf (disponibile in data 27/10/19)
- ❖ ^[6]<https://www.bosch-mobility-solutions.com/en/products-and-services/passenger-cars-and-light-commercial-vehicles/interior-and-body-systems/body-electronics/electronic-battery-sensor/> (disponibile in data 27/10/19)
- ❖ ^[7]https://www.bosch-mobility-solutions.com/en/products-and-services/passenger-cars-and_light_commercial_vehicles/interior_and_bodysystems/bodyelectronics/dcdcconverter/ (disponibile in data 27/10/19)
- ❖ ^[8]<https://www.bosch-mobility-solutions.com/en/products-and-services/passenger-cars-and-light-commercial-vehicles/connectivity-solutions/central-gateway/> (disponibile in data 27/10/19)
- ❖ ^[9]https://www.bosch_mobility_solutions.com/en/products_and_services/passenger_cars_and_light_commercial_vehicles/interior_and_body_systems/body_electronics/body_computer-module/ (disponibile in data 27/10/19)
- ❖ ^[10]<http://carbiketech.com/wp-content/uploads/2017/01/Bosch-perfectly-keyless-Mobile-Appllication.jpg> (disponibile in data 27/10/19)
- ❖ ^[11]https://motori.virgilio.it/curiosita/a_quando_risale_linvenzione_della_prima_automobile-della-storia/75307/ (disponibile in data 27/10/19)

- ❖ ^[12]https://www.ansa.it/webimages/img_620x438/2016/1/28/74451ffa98b73508e5a33c2b47f0705f.jpg (disponibile in data 27/10/19)
- ❖ ^[13]<https://i.ebayimg.com/images/g/-8oAAOSwstxVKOg~/s-l300.jpg> (disponibile in data 27/10/19)
- ❖ ^[14]https://www.picclickimg.com/d/l400/pict/273821256582_/CHIAVE-KEY-AUTO-ORIGINALE-FIAT-licenza-ARMAN-DA.jpg (disponibile in data 27/10/19)
- ❖ ^[15]<https://newsmondo.it/transponder-auto-antifurto/motori/> (disponibile in data 27/10/19)
- ❖ ^[16] <https://img3.bgxcdn.com/thumb/large/oaupload/banggood/images/E9/F9/c465377a-dc1a-4f8a-ae25-8250362020ed.jpg> (disponibile in data 01/12/19)
- ❖ ^[17]https://inspectapedia.com/emf/EMF_RF_Definitions.php (disponibile in data 01/03/19)
- ❖ ^[18]<https://tcdn.storen.com/gallery/5c752222ffe48e56228b466c> (disponibile in data 27/10/19)
- ❖ ^[19]<http://www.acedge.com.sg/electronics/passiveentrypassivestart.html> (disponibile in data 01/03/19)
- ❖ ^[20]https://it.businessinsider.com/braccialetti-app-telefoniche-touchscreen-le-13-chiavi-per-lauto-piu-innovative-in-circolazione/?refresh_ce (disponibile in data 10/06/19)
- ❖ ^[21]<https://mariagraziatoniut.files.wordpress.com/2014/07/chiave.jpg> (disponibile in data 27/10/19)
- ❖ ^[22]<http://blog.autonoleggio.it/wpcontent/uploads/2015/11/JAGUARFPACEACTIVITYKEY-626x401.jpg> (disponibile in data 27/10/19)
- ❖ ^[23]<https://diuploadsdevelopment.s3.amazonaws.com/landroverdemo/uploads/2016/10/activity-key.jpg> (disponibile in data 27/10/19)
- ❖ ^[24]<https://cdn.motor1.com/images/mgl/oOQJl/s1/nuova-bmw-serie-7-la-chiave-delle-meraviglie.jpg> (disponibile in data 27/10/19)
- ❖ ^[25]<https://eprint.iacr.org/2010/332.pdf> (disponibile in data 01/03/19)
- ❖ ^[26]<https://hackernoon.com/hnimages/1tKkUMJYiAX7bwfTVSb1m0wpng> (disponibile in data 27/10/19)

- ❖ ^[27]https://www.sicurauto.it/news/keyless_a_rischio_furto_il_test_su_76_nuove_auto-facili-da-rubare.html (disponibile in data 04/03/19)
- ❖ ^[28]https://www.decawave.com/automotive_security_why_uwb_measures_upeecatalogue-us/ (disponibile in data 27/10/19)
- ❖ ^[29]https://tecnologia.libero.it/cosa_e_e_come_funziona_la_tecnologia_bluetooth_15395 (disponibile in data 04/03/19)
- ❖ ^[30]https://vitolavecchia.altervista.org/spiegazione_differenze_bluetooth_e_bluetooth_le/ (disponibile in data 04/03/19)
- ❖ ^[31]<http://www.stradadeiparchi.it/perfectly-keyless-la-soluzione-per-chi-perde-spesso-le-chiavi-dellauto/> (disponibile in data 27/10/19)
- ❖ ^[32]http://www.ansa.it/canale_motori/notizie/componentie_tech/2017/09/01/non-trovi-lechiavi_ora_lauto_si_apre_con_lo_smartphone_f3f592b9_1c8e_44bb_a361_332e49fc9de7.html (disponibile in data 27/10/19)
- ❖ ^[33]https://d3lp4xedbqa8a5.cloudfront.net/s3/digital_cougar_assets/whichcar/2018/08/31/Misc/bosch-diagram.jpg (disponibile in data 27/10/19)
- ❖ ^[34]http://carbiketech.com/wp_content/uploads/2017/01/Bosch_perfectlykeylessPassive-start.jpg (disponibile in data 27/10/19)
- ❖ ^[35]http://carbiketech.com/wp_content/uploads/2017/01/Bosch_perfectly_keyless_Vehicle-locking.jpg (disponibile in data 27/10/19)
- ❖ ^[36]<https://www.gardainformatica.it/blog/sviluppo-software/cosa-e-il-backend-di-una-app-ios-android> (disponibile in data 02/11/19)
- ❖ ^[37]http://www.ce.uniroma2.it/courses/iw08/lucidi/P2P_4pp.pdf (disponibile in data 02/11/19)
- ❖ ^[38]<https://www.lastampa.it/2017/09/01/motori/perfectly-keyless-bosch-trasformer-lo-smartphone-nella-chiave-dellauto-iPQ6UI3o3ygpfkRrYJ9L2O/paginahtml> (disponibile in data 02/11/19)
- ❖ ^[39]<https://www.webnews.it/2018/04/24/amazon-consegna-bagagliaio-auto/> (disponibile in data 02/11/19)

- ❖ ^[40]http://www.ansa.it/canale_motori/notizie/attualita/2019/03/19/auto-acquisti-online-consegne-direttamente-nel-bagagliaio_490209a0-38b5-4864-b14f-5acb776ffbe9.html (disponibile in data 02/11/19)
- ❖ ^[41]<https://www.siklem.it/blog/marketingdigitale/item/12amazonconsegna-direttamente-nel-bagagliaio-della-tua-auto.html> (disponibile in data 02/11/19)
- ❖ ^[42]<https://www.automobile.it/magazine/mobilita-sostenibile/come-funziona-car-sharing-1660#car-sharing:-come-funziona> (disponibile in data 03/11/19)
- ❖ ^[43]http://www.hdmotori.it/2018/08/23/bosch_chiave_auto_camion_smartphone_nfc/ (disponibile in data 04/11/19)
- ❖ ^[44]https://auto.hwupgrade.it/news/tecnologia/lautomobile_si_apre_e_chiude_con_lo-smartphone-rilasciate-le-specifiche-digital-key-10_76661.html (disponibile in data 04/11/19)
- ❖ ^[45]<https://www.ninjamarketing.it/2018/06/21/apple-carconnectivityconsortium-digital-key-tech-smartphone/> (disponibile in data 04/11/19)
- ❖ ^[46]<https://carconnectivity.org/press-release/car-connectivity-consortium-unveils-new-features-for-digital-key-specification/> (disponibile in data 04/11/19)
- ❖ ^[47]<http://michaelmarketingworld.com/wpcontent/uploads/2017/06/cinqueforzediporter.jpg> (disponibile in data 04/11/19)
- ❖ ^[48]<http://www.notiziariomotoristico.com/trade-news/6620/la-classifica-dei-principali-fornitori-di-componenti-per-auto-in-primo-equipaggiamento-2015> (disponibile in data 05/11/19)
- ❖ ^[49]https://www.continental_automotive.com/engl/Passenger_Cars/Interior/Software-Solutions-and-Services/Continental-cloud/Remote-Cloud-key (disponibile in data 05/11/19)
- ❖ ^[50]https://www.continental_corporation.com/en/press/press_releases/2015_03_12_joint_venture-103260_(disponibile in data 05/11/19)
- ❖ ^[51]https://www.continental_automotive.com/en-gl/Passenger_Cars/Interior/Comfort-Security/Access-Control-Systems_(disponibile in data 05/11/19)
- ❖ ^[52]<https://www.continental.com/resource/blob/167610/6f107b888fd556412c6b263b67d60075/annual-report-2018-data.pdf> (disponibile in data 05/11/19)

- ❖ ^[53]<https://www.valeo.com/en/valeo-inblue/> (disponibile in data 05/11/19)
- ❖ ^[54]<https://www.volvocars.com/it-ch/prodotti-e-servizi/servizi/connected-car/digital-key> (disponibile in data 09/11/19)
- ❖ ^[55]<https://www.thedrive.com/tech/26758/hyundai-is-the-latestautomaker-toexperiment-with-smartphone-based-digital-key> (disponibile in data 09/11/19)
- ❖ ^[56]<https://www.thedrive.com/tech/26758/hyundai-is-the-latestautomaker-toexperiment-with-smartphone-based-digital-key> (disponibile in data 09/11/19)
- ❖ ^[57]<https://www.ericsson.com/en/cases/2017/lynkco-cloud-based-solution/digital-key> (disponibile in data 10/11/19)
- ❖ ^[58]https://news.samsung.com/global/samsung_and_mercedes_benz_showcase_new-digital-car-key-solution-at-ifa-2016 (disponibile in data 10/11/19)
- ❖ ^[59]<https://www.macitynet.it/apple-vuole-trasformare-iphone-in-chiave-per-lauto-con-digital-key-release> (disponibile in data 10/11/19)
- ❖ ^[60]<https://9to5mac.com/2018/06/21/unlock-car-with-iphone/> (disponibile in data 10/11/19)
- ❖ ^[61]<https://www.engadget.com/2018/06/20/digital-car-key-standard/> (disponibile in data 10/11/19)
- ❖ ^[62]https://www.continental_automotive.com/en_gl/Passenger_Cars/Interior/Comfort-Security/Access-Control-Systems/Biometric-Access (disponibile in data 10/11/19)
- ❖ ^[63] <http://www.togetherhr.com/wp-content/uploads/2018/01/swot.png> (disponibile in data 01/12/19)
- ❖ ^[64]https://www.il_sole_24_ore.com/art/motori/2019_05_02/chiavi_auto_futuro_e_via_smartphone-171246.shtml?uuid=ABIXwctB (disponibile in data 12/11/19)
- ❖ ^[65]<https://www.economyup.it/innovazione/sharingeconomy-cosa-e-e-perche-edifficile-dire-cosa-e/> (disponibile in data 13/11/19)
- ❖ ^[66]<https://www.lastampa.it/motori/tecnologia/2018/04/17/news/da-turo-a-get-my-car-l-auto-si-noleggia-come-su-airbnb-e-il-car-sharing-peer-to-peer-1.34006195> (disponibile in data 13/11/19)
- ❖ ^[67]<https://www.garzantilinguistica.it/ricerca/?q=servitizzazione> (disponibile in data 17/11/19)

- ❖ ^[68]https://www.ilsole24ore.com/art/motori/2019-01-30/laautosigestisce_e_sicondivide-anche-remoto--160059.shtml?uuid=AEI3adGH (disponibile in data 17/11/19)
- ❖ ^[69]https://carconnectivity.org/members/#car_connectivity_consortium_members (disponibile in data 17/11/19)
- ❖ ^[70]<https://www.faistgroup.com/news/globalautomotivedigitalkeymarket/> (disponibile in data 18/11/19)
- ❖ ^[71]https://www.ilsole24ore.com/art/notizie/20181023/lachiave_dellautomobile_adesso-e-un-app-i-dispositivi-smart-111146.shtml?uuid=AE4cVHNG (disponibile in data 18/11/19)
- ❖ ^[72]<https://www.businesswire.com/news/home/20180312005572/en/GlobalAutomotiveDigitalKeyMarket-2018-2022-Key> (disponibile in data 19/11/19)
- ❖ ^[73]https://www.transparencymarketresearch.com/automotive_digital_key_market.html (disponibile in data 20/11/19)
- ❖ ^[74]<https://www.businesswire.com/news/home/20180201005914/en/GlobalAutomotive-Digital-Key-Market---Increasing> (disponibile in data 23/11/19)
- ❖ ^[75]<https://www.bmw.it/it/fastlane/clienti/panoramica/pneumaticistellatibmw/configuratore-ruote-complete.html> (disponibile in data 23/11/19)
- ❖ ^[76]https://www.jaguar.it/buildyours/index.html?gclid=CjwKCAiAzuPuBRAIEiwAkkmOSP_18sR9vzvCAaUcadatOeZOwvmYn4JF3c31o1diRGDQskUhNg64rBoCLLYQAvD_BwE (disponibile in data 23/11/19)