



**Politecnico
di Torino**

Politecnico di Torino

Corso di Laurea Magistrale in ingegneria gestionale
A.a. 2023/2024
Sessione di Laurea novembre 2024

Architetture di prodotto e dinamiche dell'innovazione

Tre casi studio per approfondire la diffusione dei prodotti digitali

Relatori:
Francesca Montagna

Candidati:
Francesca Massaia
Matricola: 306118

Sommario

<i>Introduzione</i>	1
1. L'architettura di prodotto e le dinamiche dell'innovazione	3
1.1 L'architettura di prodotto	3
1.1.1 L'architettura dei prodotti digitali	5
1.1.2 L'architettura di prodotto e l'innovazione	6
1.2 Il dominant design	10
1.2.1 Lo standard e le differenze con il dominant design	11
1.3 Il modello di Abernathy e Utterback	12
1.3.1 Le critiche al modello	16
2. La diffusione e i suoi modelli	18
2.1 La diffusione di un prodotto	18
2.1.1 Il tasso di diffusione	21
2.1.2 La diffusione dei prodotti digitali.....	21
2.2 I modelli diffusivi	23
2.2.1 Il modello di Bass.....	25
2.2.2 Altri modelli diffusivi.....	27
3. Casi studio	33
3.1 Frigorifero tradizionale e frigorifero smart	33
3.1.1 Architettura di prodotto	34
3.1.2 Curve del modello di Abernathy e Utterback	35
3.1.3 Tasso di diffusione	40
3.2 Food processor e smart kitchen robot	41
3.2.1 Architettura di prodotto	41
3.2.2 Curve del modello di Abernathy e Utterback	43
3.2.3 Tasso di diffusione	48
3.3 Musicassetta e compact disc	48
3.3.1 Architettura di prodotto	49
3.3.2 Curve del modello di Abernathy e Utterback	51
3.3.3 Tasso di diffusione	55
4. Analisi dei dati e conclusioni	57
4.1 Analisi dati e conclusioni	57
4.2 Limiti e sviluppi futuri	61
<i>Bibliografia</i>	62
<i>Sitografia</i>	65
<i>Appendice</i>	67

Introduzione

La diffusione di nuovi prodotti e tecnologie sul mercato è per le imprese un processo chiave che necessita di un'accurata analisi. È infatti necessario comprendere il tasso e la velocità di diffusione per essere in grado di effettuare tutte le stime fondamentali per gestire vari ambiti aziendali, dal *marketing* alle *operations*. Il fenomeno è pertanto stato studiato da esponenti appartenenti a molti rami di specializzazione differenti.

Negli ultimi decenni, tuttavia, la digitalizzazione ha complicato ulteriormente il quadro e le conoscenze consolidate sui processi di diffusione sono state messe in discussione dalle evidenze empiriche emerse dai mercati. I prodotti che integrano una componente digitale sembrano essere adottati con modalità diverse e con tempistiche differenti rispetto ai precedenti, modificando così anche l'arco diffusivo.

Questo elaborato si propone quindi di analizzare le differenze tra le due generazioni di prodotti, sia dal punto di vista dell'architettura del prodotto, cioè dei suoi elementi e delle sue funzioni, sia da quello del processo di diffusione.

In particolare, nel primo capitolo viene introdotto il concetto di innovazione e la teoria delle architetture di prodotto. Sono, inoltre, presentate le basi che occorrono per analizzare le dinamiche dell'innovazione, come per esempio il modello di Abernathy e Utterback (1975). Successivamente, il secondo capitolo si concentra sul processo di adozione e diffusione con attenzione alla letteratura e alla ricerca anche degli ultimi anni, focalizzandosi sugli effetti della digitalizzazione. Sono anche presentati alcuni dei modelli diffusivi utilizzati dalle imprese per effettuare le previsioni sui prodotti. Nel terzo capitolo, invece, sono analizzati tre casi studio, ciascuno composto da una coppia di prodotti: uno analogico e il suo successore digitale. I prodotti selezionati sono i seguenti: il frigorifero tradizionale e quello smart, i food processor e i robot da cucina smart, e infine, la musicassetta e il compact disc. L'analisi parte dalle architetture e prosegue con i dati relativi alla loro diffusione sui mercati, fino ad arrivare al calcolo del tasso di diffusione per ognuno dei prodotti. Nel quarto capitolo sono infine analizzati i dati raccolti, tratte alcune conclusioni sulla ricerca, e proposti degli spunti per futuri approfondimenti.

In sintesi, il progetto ha l'obiettivo di identificare i passaggi chiave del processo di diffusione dei prodotti digitali e di evidenziare le differenze con quelli antecedenti, basandosi anche sull'impatto dato dalle diverse architetture. Lo scopo ultimo è quello di

migliorare la comprensione delle dinamiche di diffusione di questi prodotti e dell'influenza che una specifica architettura può esercitare, facilitando così la previsione dell'arco diffusivo delle nuove tecnologie nell'ambito del management dell'innovazione.

1. L'architettura di prodotto e le dinamiche dell'innovazione

1.1 L'architettura di prodotto

Per poter evidenziare le differenze nel processo diffusivo tra prodotti digitali e non, in questa analisi si è scelto di iniziare dall'approfondire le architetture dei prodotti e dall'operare un confronto tra queste. Lo studio di questo aspetto di un prodotto è imprescindibile in quanto determinante dei processi di sviluppo, di diffusione e, più in generale, delle dinamiche dell'innovazione. Innanzitutto, occorre definire cosa sia l'architettura di prodotto. Con questo termine si indicano le relazioni che esistono tra i vari elementi funzionali, la divisione delle funzioni tra i vari componenti e la caratterizzazione delle interfacce che li legano (Ulrich, 1995). Per elementi funzionali si intendono tutte le operazioni e le trasformazioni che contribuiscono a fornire il funzionamento complessivo di un prodotto, mentre i componenti sono intesi dal punto di vista fisico, come le parti che formano il prodotto e che consentono di svolgere le operazioni (Eppinger et al., 2016). Tutte queste caratteristiche sono spesso analizzate tramite dei diagrammi, sia per distinguere e collegare tra loro le funzioni, sia per specificare quali componenti assolvono a tali funzioni. In particolare, possono esserci componenti che svolgono una funzione sola o più di una, e funzioni che possono essere svolte da un solo componente o da molti insieme.

Quest'ultimo fattore è proprio quello determinante per operare una prima e fondamentale suddivisione tra tipologie di architetture, modulari e integrate. Le prime (*figura 1*) presentano una preponderanza di accoppiamenti uno a uno tra componenti fisici e funzioni, mentre le altre (*figura 2*) sono caratterizzate da una maggior complessa struttura di relazioni tra le funzioni e i componenti.

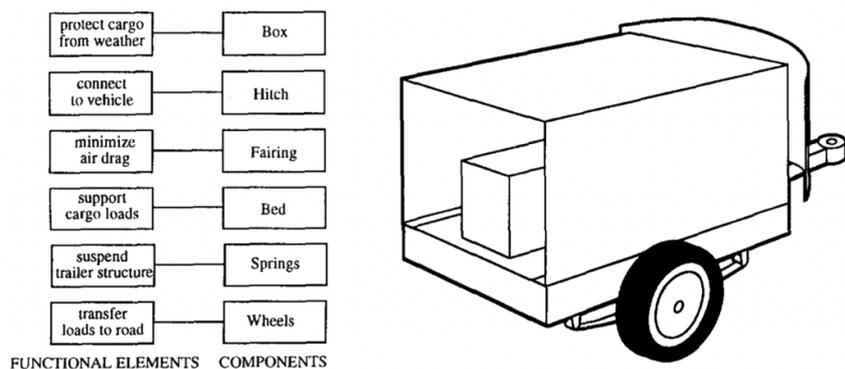


Figura 1: Esempio di architettura modulare

Source: Ulrich, *The role of product architecture in the manufacturing firm*

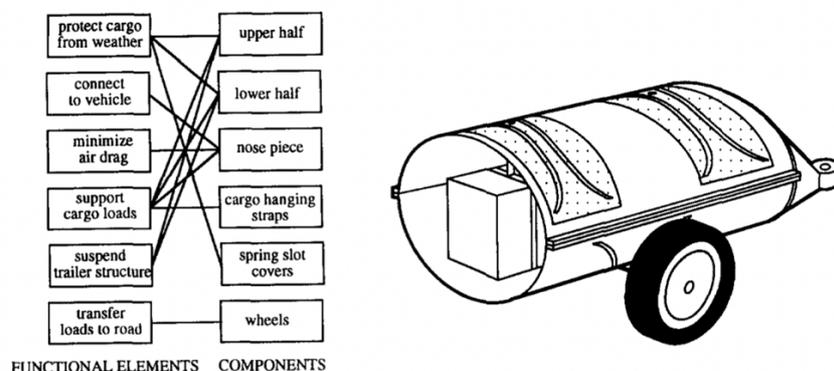


Figura 2: Esempio di architettura integrata

Source: Ulrich, *The role of product architecture in the manufacturing firm*

La differenza tra queste due tipologie non è solo frutto di un'analisi teorica effettuata a posteriori, ma di una scelta effettuata dalle aziende nei primi stadi del processo di sviluppo di un nuovo prodotto. Scegliere infatti di modellare il prodotto su un'architettura di tipo modulare permette, secondo Baldwin e Clark (2002), di gestire più facilmente la complessità, di lavorare in parallelo e di tollerare meglio l'incertezza. Bisogna altresì ricordare che la modularità presenta alcuni benefici importanti: la separazione dei moduli consente infatti di sfruttare le economie di scala, di avere una maggior varietà di prodotti e di poter effettuare sostituzioni e cambiamenti nell'architettura in maniera più rapida (Huang, 2000).

È inoltre da considerare che la struttura del prodotto influenza strettamente sia la struttura organizzativa sia la struttura del settore industriale. Un'architettura integrata, infatti,

condurrà ad una produzione interna, e non esternalizzata, del prodotto, rendendo così più compatta la *value chain*. Contemporaneamente, la necessità di fluidità tra le interfacce dei componenti porterà il management ad assegnare la produzione a pochi gruppi di sviluppo (Weiser et al., 2003). Osservazione diametralmente opposta vale per il caso in cui l'azienda scelga di basare il prodotto su un tipo di architettura più modulare. Questa scelta avviene di frequente nel mondo dei prodotti digitali, il cui particolare tipo di architettura è approfondita nel seguente sotto capitolo.

1.1.1 L'architettura dei prodotti digitali

Avendo intenzione di sottolineare le differenze, nel mondo dell'innovazione, che sussistono tra i prodotti digitali e i loro antecedenti, occorre essere a conoscenza dei cambiamenti che la digitalizzazione ha apportato al processo di sviluppo di un prodotto. L'impatto è stato sicuramente significativo: la presenza di due componenti distinte, hardware e software, l'implemento di strumenti di connettività e di IA hanno reso necessariamente più complessa l'architettura di questa tipologia di prodotti. Yoo, Lyytinen e Henfridsson (2010) suggeriscono che in questi caso si debba parlare di *layered modular architecture*, un ibrido tra l'architettura modulare, descritta precedentemente, e l'architettura a strati tipica del digitale (*figura 3*). Quest'ultima consente di avere una separazione tra servizio e strumento e tra i contenuti e la rete: basandosi sulle considerazioni di Benkler (2006) e ancora prima di Farrell e Weiser (2003), hanno quindi esemplificato questo tipo di architettura come una composizione di quattro *layer*: del sistema fisico, dei contenuti, dei servizi che abilita e della rete.

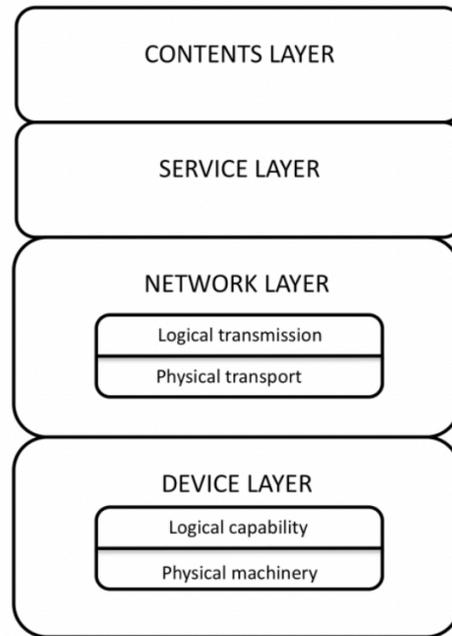


Figura 3: The layered architecture of digital technology

Source: The new organizing logic of digital innovation, Yoo et al.

Questo conferisce alcune caratteristiche che la differenziano dalle architetture precedentemente citate. Innanzitutto, non ci sono più dei confini fissi nel sistema tecnico e poi l'architettura deve essere aperta e accoppiabile con più sistemi, oltre che flessibile in base all'utilizzo che si fa dei vari moduli. Un altro fattore che ne scaturisce è la generatività che "denota la capacità complessiva di una tecnologia di produrre cambiamenti non sollecitati guidati da un vasto pubblico, eterogeneo e non coordinato" (Zittrain, 2006). Questa caratteristica permette a un prodotto di essere utilizzato in più modi diversi e ai suoi componenti standardizzati di essere usati in più architetture, da aziende anche molto eterogenee tra loro. Questa maggior complessità si riflette anche nei processi di sviluppo che diventano più difficili da gestire in maniera efficiente a causa, soprattutto, della varietà degli attori coinvolti (Ebbeson, 2019).

1.1.2 L'architettura di prodotto e l'innovazione

L'innovazione è stata definita già nel 1987 da Roberts come "lo sfruttamento economico di un'invenzione": la caratteristica portante, quindi, è identificata nell'utilità che il

prodotto riesce a donare al consumatore, in misura tale da giustificare i costi di produzione e il prezzo pagato per poterne disporre. Il processo che porta a un'innovazione, oltre a non essere lineare, è costellato di attori molto eterogenei tra loro, con interessi e obiettivi variegati. Nonostante questo, dal manuale Frascati (2015), possiamo trarre un modello lineare che approssima al meglio il processo (*figura 4*), secondo cui sono identificabili quattro macrofasi: *basic research*, *applied research*, *pre-competitive product development*, *competitive product development*, diverse tra loro per attori coinvolti, intenzioni di questi ultimi e risultati finali. La fase della ricerca iniziale si caratterizza per una presenza quasi esclusiva del mondo accademico, nel quale il disinteresse economico e la convergenza di molti campi di ricerca in un solo ateneo o centro di ricerca consentono di concentrarsi sulla ricerca per se stessa. Al termine di questa fase scaturisce, in alcuni casi, una scoperta scientifica che non necessariamente avrà un'applicazione in campo tecnico. È nella seconda fase, invece, in cui si verifica la risoluzione di un problema tecnico, che si ha un inserimento dei privati. Questi ultimi, vedendo diminuire il tasso di rischio, si interessano alla tecnologia. La terza fase vede un netto cambiamento negli attori coinvolti: sono ora le aziende infatti a voler creare, a partire dalla tecnologia, un prodotto. Questo passaggio rende necessario confrontarsi con i costi di produzione e di logistica, con il problema dell'usabilità e della sicurezza dei consumatori, fattori che nelle fasi precedenti non erano rilevanti. Infine, dopo la creazione di alcuni prototipi nella fase precedente, uno di questi diviene il prodotto effettivamente commercializzato.

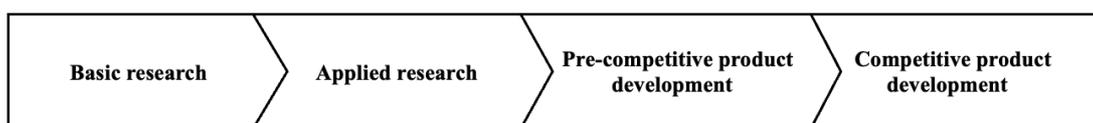


Figura 4: Modello lineare dell'innovazione

Seguendo poi il modello di Henderson e Clark, sviluppato nel 1990, le innovazioni si possono distinguere sulla base di due variabili: il cambiamento della tecnologia alla base del prodotto e la modifica dei componenti e delle relazioni tra essi da un prodotto all'altro (*figura 5*). Dall'incrocio di queste due determinanti si formano quattro tipologie di innovazione:

- incrementale, se non si modificano né le relazioni tra i componenti, né la tecnologia di base;

- modulare, se cambia la tecnologia ma non i link tra i componenti;
- architetturale, se invece cambiano le relazioni tra i componenti ma la tecnologia rimane immutata;
- radicale, quando entrambi fattori si modificano.

		Core technology	
		Non cambia	Cambia
Relazione tra i componenti	Non cambia	Incrementale	Modulare
	Cambia	Architetturale	Radicale

Figura 5: Classificazione delle innovazioni secondo Henderson e Clark

Le innovazioni possono anche essere suddivise in due classi ragionando sulle competenze, in alcuni casi potrebbe essere necessario per le aziende dotarsi di un nuovo set di *skill* per poter essere in grado di sfruttare l'innovazione. Esistono quindi due tipologie, le innovazioni dette *competence enhancing* cioè sono quelle che si servono delle competenze già consolidate nell'azienda e le innovazioni dette *competence destroying* ovvero quelle che necessitano di competenze nuove per implementare il prodotto (Tushman, 1990).

Quelle del secondo tipo sono spesso chiamate *disruptive* perché sconvolgono l'intero settore, escludendo alcune aziende e permettendo l'inserimento di alcune nuove. In tali situazioni, gli *incumbent* potrebbero non avere le risorse necessarie da reinvestire nelle nuove competenze richieste o non essere convinti di dover operare quella scelta, per via di un'inerzia all'azione che frequentemente abita le aziende dei settori maturi. Quest'ultima è spesso causata da alcune trappole cognitive: una prima situazione che potrebbe verificarsi è quella in cui l'*incumbent* tende a riproporre solo strategie che si sono provate di successo in passato. Ricercando il vantaggio competitivo sempre negli stessi modi e, quindi, non adattandosi al cambio di paradigma e di settore, rimane svantaggiato nel nuovo assetto in cui si trova. Un'altra trappola in cui potrebbe cadere

l'impresa, rimanendo anche in questo caso indietro, è quella di non volere cambiare per evitare di perdere il vantaggio raggiunto grazie al fatto che ha già affondato molti o tutti i costi della tecnologia che produce.

Infine, l'*incumbent* potrebbe rimanere bloccato nell'osservazione della situazione *as is*, in cui il suo prodotto è caratterizzato da performance migliori della nuova tecnologia. Questo comportamento, spesso denominato effetto Christensen (1997), consiste nel trascurare i mercati emergenti e focalizzarsi solo sul proprio e su come fornire il prodotto con performance sempre migliori. "Il fatto che la *disruption* possa richiedere tempo aiuta a spiegare perché gli *incumbent* spesso trascurano i *disrupters*" (Christensen, 2015): le imprese, infatti, nonostante siano a conoscenza della nuova tecnologia e del suo ingresso sul mercato, tendono a sottostimarne l'impatto. Ritenendo che le performance ancora sottosviluppate non troveranno risposta nei consumatori, attendono, pensando ci sia ancora tempo per spostarsi sul nuovo prodotto (*figura 6*). Questo però a volte non si verifica e una parte di consumatori, soddisfatti delle performance già acquisite dalla tecnologia entrante, decidono di adottare e il nuovo prodotto supera il precedente più velocemente di quanto ci si aspettasse, rendendo gli *incumbent* in ritardo rispetto ai nuovi entranti (Montagna, 2023).

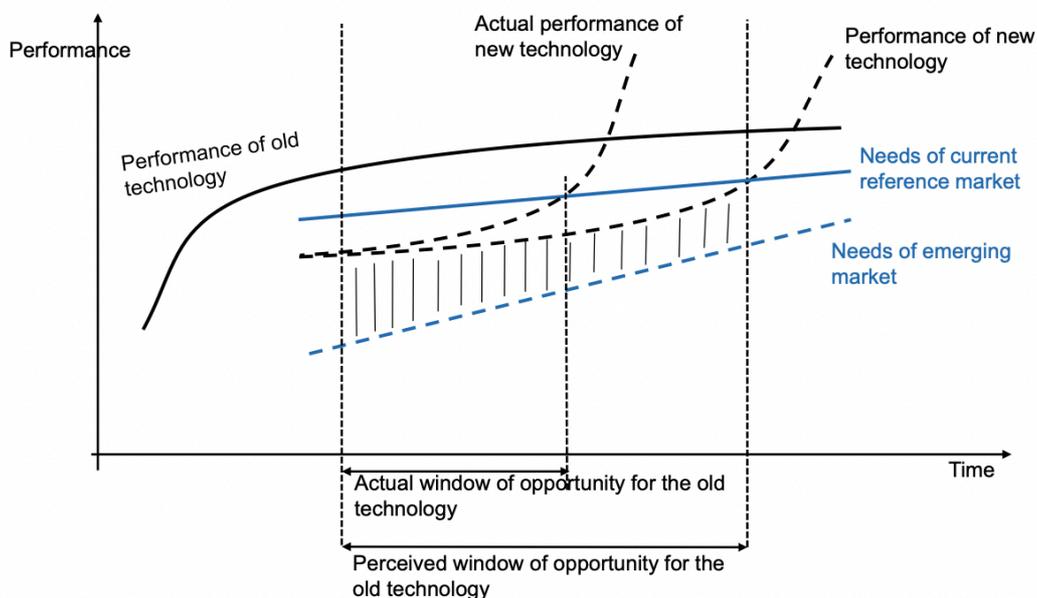


Figura 6: Rappresentazione dell'effetto Christensen

Source: Cantamessa e Montagna, *Management of innovation and product development*, Springer

1.2 Il dominant design

Quando si osserva la diffusione di un prodotto sul mercato, si raggiunge quasi sempre un punto in cui si passa da molte tecnologie utilizzate, ad una sola: “l’emersione di un *dominant design* è il punto di transizione tra i periodi di variazione e selezione” (Srinivasan, 2006). Il termine *dominant design* indica l’architettura di prodotto o servizio che il mercato stesso ha scelto come quella preponderante e che sarà l’unica portata avanti da quell’istante in poi. Nel corso del tempo le definizioni di questo concetto sono state numerose e la letteratura ne ha modificato i dettagli di volta in volta. Una delle più recenti versioni è quella del 1998, anno in cui in un articolo redatto da Christensen, Suárez e Utterback viene definito l’emergere del *dominant design* come segue: “quando le specifiche del design di un prodotto (composte da una singola caratteristica o da un insieme di caratteristiche) definiscono l’architettura della categoria di prodotto”. Riconoscere questa transizione è di fondamentale importanza nell’ambito del management dell’innovazione poiché da essa dipendono l’organizzazione delle imprese, le loro strategie e le performance, non solo della categoria di prodotto in questione ma anche di quelle ad esso collegate (Srinivasan, 2006). Per questi motivi è ragionevole sostenere che l’emergere del *dominant design* influenzi la quota di mercato di un’impresa e possa intaccarne la sopravvivenza sul mercato, dato che cambiano anche le condizioni relative alle risorse responsabili del vantaggio competitivo e si innesca il periodo di maturità del settore (Suárez, 2015). Dopo che il mercato ha individuato questa architettura predominante, il progresso tecnologico consiste di miglioramenti incrementali mentre il regime tecnologico diventa più ordinato (Tushman, 1990). Nonostante per molto tempo i ricercatori si trovassero d’accordo sul sostenere che alla fine, in ogni categoria di prodotto un’architettura prendeva il sopravvento sulle altre, ci sono casi in cui questo non è successo e più di una è diventata un’opzione consolidata parimenti alle altre Tushman e Anderson (1990), ad esempio, sostengono che questo possa succedere per i prodotti in cui la domanda è bassa oppure la competizione dal punto di vista tecnologico è soffocata.

Ci sono molti motivi e fattori che possono influenzare l’emergere di un design dominante come, ad esempio, una bassa appropriabilità delle rendite associata al prodotto o un’elevata intensità degli investimenti in ricerca e sviluppo (Srinivasan, 2006). Al contrario di quello che si potrebbe pensare, la superiorità tecnologica del prodotto non è

sempre una discriminante tramite cui il mercato seleziona un'architettura. Ci sono infatti anche aspetti che sono stati individuati come rilevanti: il primo è sicuramente quello delle *policy*, che possono influenzare l'adozione di un prodotto a discapito di un altro e quindi favorirne la diffusione (Utterback, 1995). Anche i *complementary asset* giocano un ruolo fondamentale: “a mano a mano che più aziende investono in prodotti complementari per lo stesso standard tecnologico, i prezzi dei prodotti dovrebbero diminuire e un numero maggiore di acquirenti dovrebbe aderire alla tendenza” (Soh, 2010), formando quindi delle esternalità di rete. Infine, la reputazione che contraddistingue il *first mover* è senz'altro un fattore con un peso importante, in quanto se un'impresa si muove in una direzione specifica, è molto probabile che le altre del settore la seguiranno, conducendo quindi ad una maggior diffusione di quella particolare architettura (Utterback, 1995).

Una volta che il mercato ha selezionato il *dominant design*, si mettono in moto dei meccanismi che sono responsabili della sua stabilità nel corso del tempo, si crea cioè un effetto *lock-in*. Secondo Suárez e Utterback (1995), questo è dovuto principalmente a tre fattori: effetti di apprendimento, economie di scala ed esternalità di rete create dai beni complementari. I primi due comportano una riduzione dei costi per l'impresa, che quindi non ha vantaggio nello spostarsi su un design differente da quello dominante. L'effetto dei beni complementari è invece quello di innescare esternalità di rete che generano effetto *lock-in* e *switching cost* anche dal lato del cliente. Inoltre, dopo che un'architettura si è consolidata, per i nuovi entranti è molto difficile imitarla. Infatti, quando il settore entra nella fase specifica, le leve della competizione si modificano e le conoscenze, la reputazione acquisita e un solido network di distribuzione, diventano molto importanti (Utterback, 1995).

1.2.1 Lo standard e le differenze con il dominant design

Secondo quanto affermato da Krechmer (2000), si può definire uno standard come l'insieme delle specifiche tecniche per la qualità, la compatibilità, l'adattabilità e la connettività che sono necessarie al prodotto per un corretto funzionamento. Inoltre, la standardizzazione aggiunge valore al sistema, quest'ultimo infatti si crea proprio in virtù dell'appartenenza allo standard stesso.

La più grande differenza tra uno standard e un dominant design risiede nel ruolo assunto dal mercato: infatti “gli standard in una categoria di prodotti servono a uno scopo funzionale indipendente dall’accettazione del mercato, mentre, per definizione, l’accettazione del mercato è un aspetto integrante di un *dominant design*” (Srinivasan, 2006). È importante però ricordare anche altri aspetti che li differenziano. Innanzitutto, un *dominant design* molto spesso emerge da una competizione tra *design* differenti, mentre uno standard viene generalmente deciso; inoltre, un *dominant design* può contenere uno o più standard al suo interno. Ci sono poi casi in cui lo standard e il *dominant design* di una categoria di prodotto coincidono, come per esempio i DVD, ma anche casi in cui, pur essendoci uno standard, non è mai emersa un’architettura in particolare, come per quanto riguarda le automobili (Montagna, 2023).

Nonostante nella pratica uno standard possa consolidarsi in tre diverse modalità, catalogate dalla letteratura come *de facto*, *de iure*, e *by agreement*, la situazione più semplice è che si affermi spontaneamente nel mercato (Greenstein, 1990). In tal caso, lo standard viene detto *de facto*. In alternativa, potrebbero essere i governi o le istituzioni a intervenire e scegliere uno standard per evitare che inefficienze economiche danneggino soprattutto i consumatori (standard *de iure*).

Esiste poi una terza casistica, in cui uno standard viene scelto *by agreement* dalle aziende del settore che si accordano per portarlo avanti nel mercato. Ciò può avvenire soprattutto per evitare una guerra di standard che può essere molto costosa per le imprese; nonostante ciò, nei settori più attrattivi, in cui i ricavi sono molto alti, non è raro che avvengano guerre di standard per potersi conquistare tutto il mercato. Infatti, mettendosi d’accordo si hanno *revenues* più sicure in futuro ma meno ingenti: “concordare uno standard può eliminare la competizione tra tecnologie, ma non elimina del tutto la competizione. Al contrario, la incanala in dimensioni differenti e più convenienti, come prezzo, servizio, e caratteristiche del prodotto.” (Farrell, 1994). Al contrario, lasciando decidere al mercato si potrebbe rimanere con tutto oppure con niente: per provare ad imporsi un’impresa potrebbe cercare di creare un *hype effect* intorno al suo prodotto o essere *first mover* accelerando il *time to market* o ancora cercare di creare un effetto *lock in* nei confronti dei suoi prodotti.

1.3 Il modello di Abernathy e Utterback

Il modello di Abernathy e Utterback (1975) è impiegato per analizzare e comprendere le dinamiche dell'innovazione, ovvero l'evolversi della tecnologia e del suo settore industriale nel tempo. Questo modello è un'evoluzione di quello teorizzato da Rogers (1983), e migliorato da Moore (1991), che non guarda al settore nel complesso ma solo alla tecnologia, dal punto di vista delle vendite e delle performance del prodotto. La teoria di Rogers e Moore verrà spiegata per esteso nel secondo capitolo, mentre di seguito ci si concentrerà sull'esplicare tutti i fattori che Abernathy e Utterback hanno deciso di considerare nella loro analisi. Per riassumere il modello si può dire che esso è composto dall'osservazione di quattro fattori, ognuno di questi analizzato rappresentando una curva dei dati nel tempo:

- performance della tecnologia,
- vendite della tecnologia,
- numero di imprese nel settore industriale,
- tasso di innovazione della tecnologia.

Le performance delle tecnologie sono valutate con indicatori specifici per i singoli prodotti, considerando le variabili fondamentali che possano rappresentare al meglio l'evoluzione nel tempo. Durante il processo diffusivo le performance aumentano, inizialmente poco alla volta, poi più rapidamente, fino a raggiungere un *plateau* massimo: si osserva quindi che la curva che deriva dall'esposizione dei dati ha la forma di una S (*figura 7*). Analizzando il paradigma tecnologico si può vedere spesso queste curve interrompersi o intersecarsi con altre curve a S di una nuova tecnologia emergente che, pur partendo da una situazione di svantaggio, supera le performance di quella precedente.

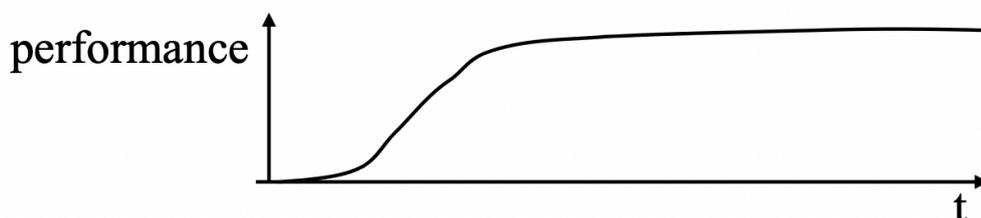


Figura 7: Rappresentazione delle performance nel modello di Abernathy e Utterback

Source: Cantamessa e Montagna, Management of innovation and product development, Springer

Come seconda variabile si osservano le vendite effettuate nel tempo, che tracciano una curva a forma di campana (figura 8). In questo andamento si identificano tre fasi, una prima di incubazione, detta fluida, una intermedia, detta di transizione, e infine una fase specifica, che inizia quando le vendite incominciano a crescere in maniera più veloce. Nella fase fluida il mercato è caratterizzato da una moltitudine di tecnologie tra cui scegliere, risulta perciò molto dinamico ma poco efficiente. Successivamente, nella fase di transizione, si verifica l'emergere di un *dominant design*, la cui rilevanza è stata esposta nel precedente sotto capitolo. Da quel momento in poi le vendite dipendono, in particolare, dal *design* emerso e gli sforzi delle imprese si concentrano ora sul processo produttivo e sul suo miglioramento.

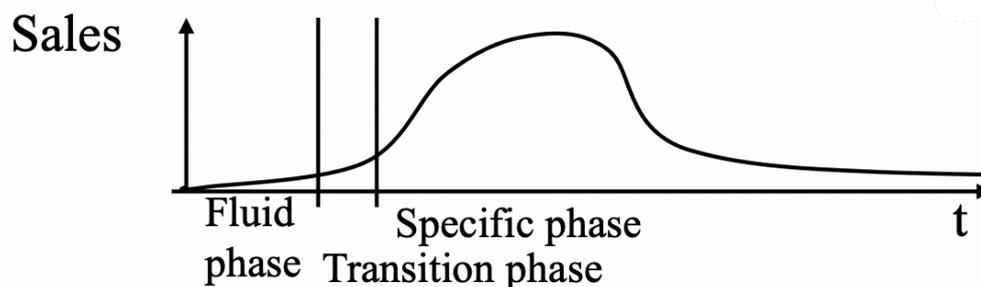


Figura 8: Rappresentazione delle vendite nel modello di Abernathy e Utterback

Source: Cantamessa e Montagna, *Management of innovation and product development*, Springer

Un altro fattore analizzato nel modello di Abernathy e Utterback (1975) è il numero di imprese che appartengono a quel determinato settore (figura 9). Anche in questo caso si nota un'iniziale crescita del numero di aziende, un seguente picco, coincidente con il raggiungimento del *dominant design*, e, infine, un declino durante il periodo di maturità del settore, in cui sono rimasti solo i *player* in grado di far arrivare la loro architettura ai consumatori.

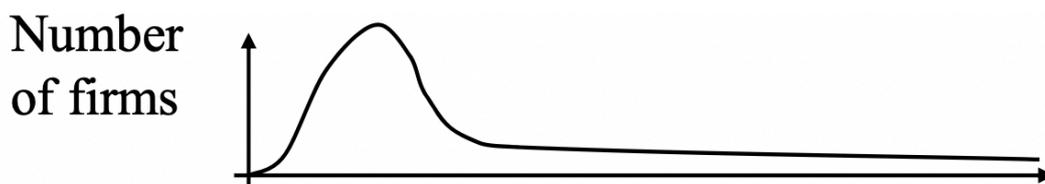


Figura 9: Rappresentazione del numero di imprese del settore nel modello di Abernathy e Utterback

Infine, nella teoria è considerato il cosiddetto tasso di innovazione, cioè il tasso a cui l'innovazione progredisce, che può essere valutato in base al prodotto o in base al processo. Anche in questo caso, si ottiene una curva che raggiunge il massimo all'emergere del *dominant design* (figura 10): prima l'innovazione si concentra sul prodotto e poi, dopo il raggiungimento di un'architettura dominante, si sposta sul processo. Graficamente, quindi, si osserva che la curva del tasso di innovazione sul prodotto precede quella sul processo (McMillan, 1999). Dopo che il mercato ha selezionato un'architettura, le imprese devono focalizzarsi sul come produrla al minimo costo, per avere il massimo profitto, di conseguenza la ricerca e gli investimenti si concentrano in questa fase sull'ottimizzazione e l'automazione del processo. Quest'ultima considerazione è considerata valida però solo nel caso in cui si stiano analizzando degli assemblati; se si osserva invece un processo continuo o dei servizi, è bene ricordare che l'innovazione avverrà prima in ambito di processo e quindi le due curve saranno invertite l'una con l'altra.

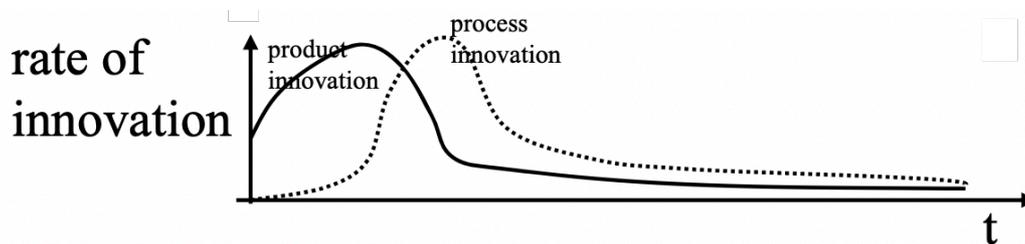


Figura 10: Rappresentazione del tasso di innovazione nel modello di Abernathy e Utterback

Source: Cantamessa e Montagna, *Management of innovation and product development*, Springer

In sintesi si può dire che, prendendo in considerazione tutti i quattro fattori insieme, è possibile analizzare l'andamento della tecnologia nel settore: incontrando una prima fase più libera, con molte aziende che competono per far prevalere la propria architettura, poi un momento di transizione in cui un design viene selezionato dal mercato e in cui inizia a salire la competizione sul prezzo e, infine una fase finale dove il focus si sposta sul processo e sul miglioramento di questo, nelle imprese che sono state capaci di sopravvivere.

Abernathy e Utterback (1975) hanno osservato le dinamiche d'innovazione anche da un altro punto di vista, identificando tre forze motrici che spingono un settore a comportarsi come descritto precedentemente. All'inizio, dopo che un'innovazione entra nel mercato, la prima intenzione è quella di massimizzare le performance e, per farlo, devono affidarsi a diverse fonti per accogliere informazioni. Le imprese devono dunque accogliere qualsiasi cambiamento sia necessario, compresa una produzione più flessibile e, spesso, meno efficiente. La seconda forza individuata è la volontà di massimizzare le vendite del prodotto, l'incertezza sui bisogni dei *consumer* è ormai diminuita lasciando spazio alla creazione di più varietà del prodotto. Infine, entra in gioco la minimizzazione dei costi, una necessità che porta inevitabilmente verso la maggior standardizzazione del prodotto e dei processi, e i margini ridotti portano il settore a diventare molto spesso un oligopolio.

1.3.1 Le critiche al modello

Nonostante il modello di Abernathy e Utterback (1975) sia uno dei più riconosciuti in letteratura, nell'ambito del management dell'innovazione, e sia stato scelto per le analisi in questo lavoro, sarebbe errato non riconoscerne le limitazioni. In primo luogo, non in tutti i casi si raggiunge un design dominante su cui l'intero settore si concentra solo su quello. Ci sono stati, infatti, casi di prodotti che sono serviti solo da fase transitoria e questo è confermato dalle evidenze empiriche.

Inoltre, da quando le architetture sono più orientate alla modularità, come già accennato nei precedenti sotto capitoli, si è resa sempre più valida la teoria secondo cui il *dominant design* vada identificato più come un particolare *mix* di architetture che si sono consolidate e non come un unico sistema. Più il prodotto è modulare, meno è probabile che avvenga una transizione verso uno specifico regime tecnologico, poiché la modularità permette di modificare un'architettura cambiando anche un modulo solo: così le architetture stesse diventano più flessibili e si possono rispondere a più nicchie di *consumer* invece che a una sola per volta (*figura 11*). Anche alla fine del ciclo di vita della tecnologia, il design non è detto scompaia del tutto perché le imprese potrebbero usarne alcuni moduli o attributi per una nuova architettura (Cebon, 2008).

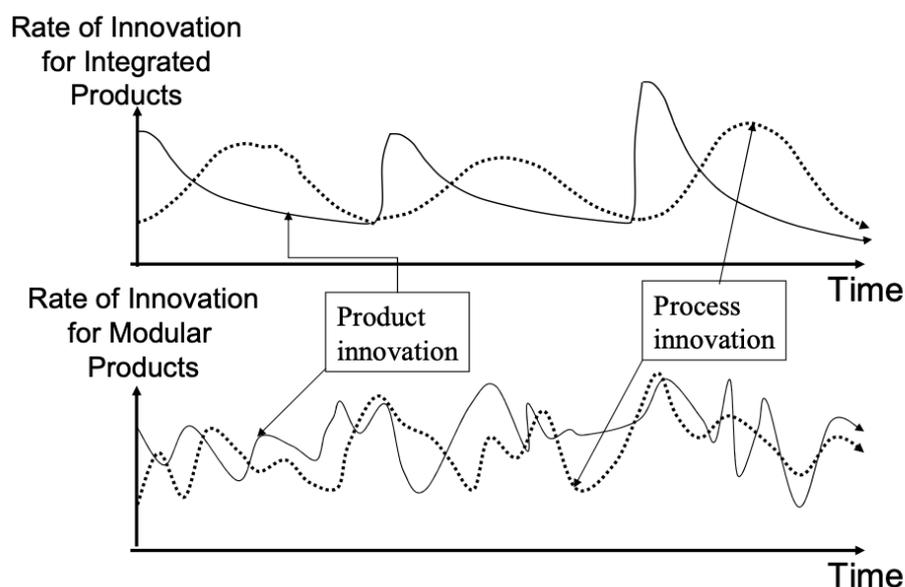


Figura 11: Confronto tra tasso di innovazione di un prodotto integrato e di uno modulare

Source: Cebon et al., *International journal of technology management*, 2008

Infine, bisogna interrogarsi su cosa succeda nel caso dei *product service system* (PSS), ovvero sistemi in cui un prodotto abilita dei servizi o un servizio necessita di un prodotto per poter essere fruito. Come sottolineato da Cusumano, Kahl e Suarez in un loro studio del 2006: “i ricavi di molte imprese stanno diventando dominati dalle vendite di servizi piuttosto che di prodotti, o di prodotti venduti con servizi per ottenere una differenziazione competitiva in mercati segnati da una crescente *commoditization* dei prodotti”. In questo contesto, infatti, non è semplice e definito riuscire a identificare il *dominant design* che emerge prima, se quello di servizio o di prodotto, dato lo stretto legame che intercorre tra i due.

Dopo un'introduzione al concetto di architettura di un prodotto e alla sua rilevanza strategica, sono state esaminate le dinamiche dell'innovazione e le principali modalità tramite cui possono essere analizzate, concentrandosi soprattutto sul modello di Abernathy e Utterback. Nel secondo capitolo, invece, l'attenzione si sposta sui concetti di adozione e diffusione. A una prima trattazione sui processi diffusivi, con un *focus* sull'impatto della digitalizzazione, segue una panoramica dei modelli di diffusione più utilizzati dalle imprese.

2. La diffusione e i suoi modelli

2.1 La diffusione di un prodotto

Dopo aver analizzato numerosi parametri che definiscono l'andamento di un mercato e di una tecnologia nel capitolo precedente, resta ancora da approfondire il concetto di diffusione e le modalità con cui viene studiato. La definizione più accreditata è quella data da Rogers nel suo saggio *"Diffusion of innovations"* del 1983 in cui si dice che la diffusione è "il processo tramite cui un'innovazione è comunicata nel tempo attraverso certi canali tra i membri di un sistema sociale". Per analizzare quindi come una certa tecnologia venga adottata, generalmente, si sceglie di rappresentare su un piano le vendite cumulate del prodotto nel tempo. Come per le performance di una tecnologia, approfondite nel capitolo precedente, anche in questo caso si otterrà una curva con una forma a S (*figura 12*).

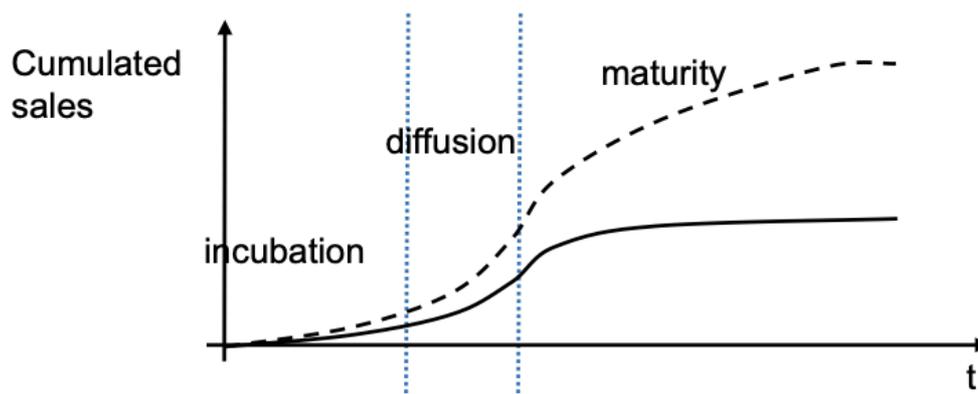


Figura 122: Rappresentazione della diffusione di un prodotto nel tempo

Source: Cantamessa e Montagna, *Management of innovation and product development*

Per trattare della diffusione dei prodotti non si può tralasciare il concetto di adozione, cioè la scelta da parte di un consumatore di iniziare a utilizzare quella determinata tecnologia o di passare, da una tecnologia diversa, a quella che si sta considerando. Infatti, le vendite che vengono analizzate in questo modello sono quelle dette di adozione, ovvero quelle dei consumatori che scelgono quella tecnologia per la prima volta. Si tralasciano, invece, le vendite di sostituzione, cioè quelle effettuate dai consumatori che decidono di acquistare un prodotto nuovo per via dell'obsolescenza di quello che possiedono, e quelle addizionali, fatte dai consumatori che vogliono avere a disposizione più di un prodotto alla volta.

Nel processo di adozione, Rogers (1983) individua cinque step fondamentali che portano l'individuo dalla semplice conoscenza della tecnologia alla scelta di adottarla o rigettarla. Il primo di questi è quello denominato di conoscenza e consiste semplicemente nell'esposizione del soggetto alla tecnologia e nella comprensione da parte di questo del suo funzionamento generale. La fase seguente è detta di persuasione, ovvero il momento in cui il decisore forma un'opinione negativa o positiva su tale tecnologia. Segue poi la fase di decisione vera e propria, in cui il soggetto sceglie di adottare o rigettare, e quella di implementazione in cui l'innovazione viene effettivamente utilizzata. L'ultima delle cinque fasi è la fase di conferma in cui l'individuo cerca all'esterno messaggi positivi sulla tecnologia e decide se continuare a utilizzarla o invertire la sua posizione a riguardo. Questo processo, sempre secondo Rogers (1983), è influenzato dalle caratteristiche di un'innovazione che egli suddivide in cinque set di attributi. Innanzitutto, bisogna considerare quanto vantaggio relativo un'innovazione può conferire, identificandolo ad esempio in termini economici o sociali. Questo riflette il grado di preferenza per l'innovazione considerata rispetto al prodotto che attualmente esplica le medesime funzioni sul mercato. Come è facile intuire, tale vantaggio relativo è collegato positivamente con il tasso di adozione della tecnologia. In secondo luogo, si deve valutare la compatibilità dell'innovazione con i valori e le credenze della società, con le idee consolidate in precedenza e coi bisogni del mercato, anche questo attributo è positivamente collegato con il tasso di adozione. Allo stesso modo bisogna considerare la complessità della nuova tecnologia, in termini del suo utilizzo da parte dei consumatori, e in questo caso invece si avrà una correlazione negativa con il tasso di adozione. Ci sono poi ancora due fattori, la sperimentabilità dell'innovazione e l'osservabilità, la prima indica quanto il consumatore può facilmente sperimentare e comprendere l'innovazione: più è facile, meno si sentirà insicuro a adottare, quindi è fondamentale, soprattutto per le prime categorie di adottatori. La seconda, invece, indica quanto i risultati dell'innovazione sono osservabili all'esterno dagli altri e quindi sarà un fattore correlato in modo positivo col tasso di adozione.

Nella rappresentazione sovrastante (*figura 12*) di un processo diffusivo si possono identificare tre fasi distinte, la prima di incubazione, poi quella di diffusione vera e propria e infine quella di maturità. Tale distinzione è fondamentale nell'ambito del management dell'innovazione perché solo sapendo, in ogni istante di tempo, a che punto della curva si trova il proprio prodotto un'impresa può compiere le scelte strategiche corrette. Ad esempio, nella prima fase conviene focalizzarsi sul migliorare la tecnologia e la sua

applicazione nel prodotto, mentre nella seconda è necessario dare importanza all'utilità e a come fornirla al consumatore, e infine, nella terza, occorre pensare a come ottenere vendite aggiuntive e di sostituzione e non più a come far adottare.

Analizzando il processo di adozione di una tecnologia, non si può evitare di notare che non tutti i consumatori del mercato di riferimento decidono di adottare nello stesso istante e che rappresentando le adozioni nel tempo si ottiene una curva a forma di campana. Una distinzione di come i vari *consumer* adottino e in base a quali fattori è stata proposta, come anticipato nel primo capitolo, da Rogers (1983) e migliorata da Moore (1991). Secondo il modello, ci sono cinque fasi nel processo di diffusione (*figura 13*) e in ognuna di queste i consumatori sono spinti da intenzioni diverse verso l'adozione: ogni fase è rappresentata da una percentuale di vendite di adozione in un determinato periodo di tempo.

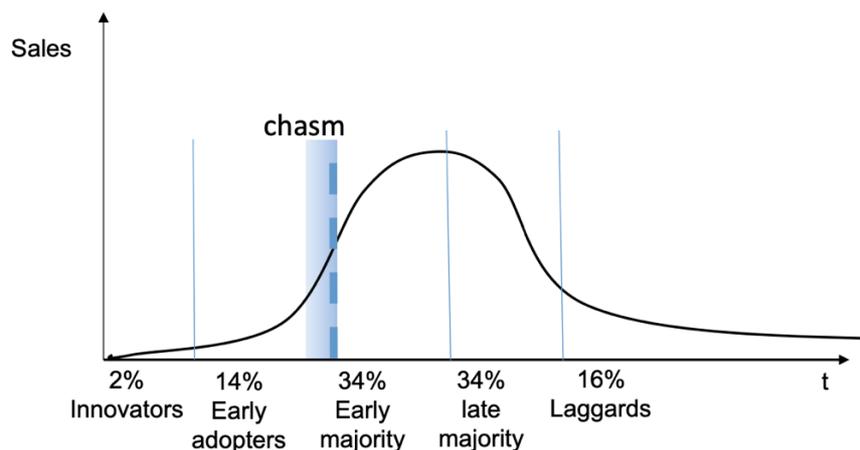


Figura 13: Rappresentazione del modello di Rogers e Moore

Source: Cantamessa e Montagna, *Management of innovation and product development*

All'inizio si individuano i *consumer* che sono definiti *innovators* cioè quel primo 2% che decide di adottare la tecnologia spinto dalla curiosità e dal comprenderne il funzionamento, generalmente non è una fetta di mercato che un'impresa cerca di servire intenzionalmente. Il 14% successivo invece, quello composto dagli *early adopters* è un mercato più ampio, fatto di alto spendenti che vogliono avere un vantaggio nell'usare la tecnologia prima di tutti e che non è preoccupato della possibile immaturità del prodotto. Dopo invece si trova l'*early majority*, la sezione del mercato che interessa alla maggior parte delle aziende ed è composta da clienti che comprano in base a scelte di costo e beneficio. Dopo aver raggiunto metà del mercato possibile, si trova quella sezione definita

di *late majority*, consumatori che hanno aspettato a adottare perché più sensibili al rischio che una nuova tecnologia comporta. Infine, si trovano quei consumatori detti *laggards* ovvero quelli che hanno deciso finalmente di adottare ma solo perché non potevano più fare diversamente o che avevano esigenze molto particolari e, come per i clienti delle prime fasi, anche se per motivi diversi, non sono attrattivi per le imprese.

Moore (2014) in particolare ha evidenziato la netta distinzione che esiste tra il secondo e il terzo segmento di *consumer*, una sorta di *gap*, che nel suo lavoro chiama *chasm*, dato dal fatto che prima i clienti acquistano con uno sguardo più curioso verso il futuro e i successivi invece non adottano se i loro bisogni non sono del tutto soddisfatti dal prodotto. Questa fondamentale differenza fa in modo che una stessa impresa sia difficilmente popolare in entrambi i segmenti. Quelle che sono state capaci di acquisire una nicchia nella prima fase, si devono poi scontrare con il problema di superare il divario e appropriarsi della parte importante di mercato.

2.1.1 Il tasso di diffusione

Nelle analisi sui processi diffusivi, il principale indicatore dello stato di una innovazione è il tasso di diffusione, utilizzato per collocare le tecnologie in un preciso momento del loro arco diffusivo e orientare le decisioni strategiche di conseguenza. Questo tasso rappresenta semplicemente la percentuale di consumatori che hanno già adottato la nuova tecnologia sul totale dei potenziali adottatori di cui è formato il mercato di riferimento. Confrontando il tasso di adozione di un prodotto con la teoria di Rogers (1983) si può infatti comprendere quale debba essere l'obiettivo corrente e futuro dell'impresa in termini del mercato da acquisire. Per ottenere un'analisi il più corretta possibile è necessario selezionare al meglio il mercato che si identifica come quello dei potenziali adottatori e delinearlo, oltre che raccogliere precisi dati di vendita sui prodotti.

2.1.2 La diffusione dei prodotti digitali

La rivoluzione digitale ha sicuramente trasformato le caratteristiche dei prodotti che vengono messi in commercio, oltre che le esigenze dei consumatori. Sono anche cambiate però le dinamiche che guidano l'adozione e la diffusione dei prodotti e, di conseguenza,

le modalità di gestione del processo diffusivo da parte delle imprese. Le tecnologie digitali possono modificare le strategie di business, i processi aziendali e fornire un ambiente adatto all'innovazione stimolando gli ecosistemi contigui (Zhou et al., 2023). Per questo motivo il management delle imprese deve monitorare i cambiamenti che si susseguono nell'ambiente digitale in modo da scegliere correttamente la direzione da prendere. La digitalizzazione ha trasformato anche le modalità tramite cui un'azienda può creare valore e offrirlo ai potenziali clienti (Rangaswamy et al., 2000). Per questa ragione, nonostante la diffusione di questi prodotti segua comunque una curva ad S, i processi sono differenti e utilizzare gli stessi metodi di analisi, che erano validi fino a un decennio prima, potrebbe non essere sufficiente a cogliere a pieno la diffusione delle tecnologie digitali.

In un importante studio svolto da Rangaswamy e Gupta nel 2000, sono elencate le ipotesi più importanti da tenere in mente quando si appropria la diffusione nel mondo digitale. Supponendo che il digitale diventi onnipresente, i ricercatori suggeriscono infatti di valutare mercati potenziali più ampi, perché le imprese saranno in grado di raggiungere una clientela più numerosa. Inoltre, sottolineano di considerare come più impattante l'imitazione tra gli adottatori, per via degli effetti di *word of mouth*, ma anche gli effetti della spinta innovativa portata avanti dalle imprese. È fondamentale che queste considerazioni vengano incluse nelle analisi sulla diffusione dei prodotti digitali perché è evidente che i processi diffusivi online sono molto diversi da quelli offline.

Le diverse caratteristiche degli adottatori di queste nuove tecnologie possono modificare radicalmente la velocità e la modalità di diffusione. Il ruolo dell'utente assume quindi una maggior importanza. L'adozione dei prodotti digitali dipende fortemente sia dalle influenze dell'ambiente circostante sullo *user*, sia dalle sue caratteristiche individuali. Tra queste ultime sono particolarmente importanti le sue conoscenze pregresse (Blackwell, 2001). Un'innovazione che semplifica il prodotto per il cliente sarà adottata più velocemente di una nuova tecnologia che necessita un maggior apprendimento per essere utilizzata. Gioca dunque un ruolo fondamentale anche l'*affordance* del prodotto, fondamentale affinché l'utente impari a usufruire della nuova tecnologia rapidamente.

Nell'ambiente digitale il processo di adozione è supportato dall'inizio fino alla fine: tramite la tecnologia, infatti, gli individui hanno i primi contatti, vengono a conoscenza dell'innovazione e poi decidono se adottare o meno. Questo tipo di ecosistema permette inoltre di effettuare migliori comunicazioni di marketing. Ci sono quattro fattori in particolare che rendono il marketing più efficiente nell'era digitale: il numero maggiore

di dati a disposizione, i social media, l'aumento dei canali di distribuzione e i cambiamenti demografici dei consumatori (Leeflang et al., 2014). Anche all'interno del mercato stesso la digitalizzazione facilita la diffusione: ad esempio il *word of mouth* è più veloce grazie ai sistemi di recensione e ai *social network*. In aggiunta, i prodotti digitali spesso sono visti come degli *status symbol* e di conseguenza come dei *must-have*, questa peculiarità ha un forte impatto sul processo di diffusione (Decker, 2009).

Infine, sono da valutare anche gli aspetti tecnici che possono fare la differenza nella diffusione dei prodotti digitali. In primo luogo, è da considerare la performance della tecnologia che si ripercuote sia sull'*hardware*, sia sul *software*. A causa proprio dell'integrazione tra queste due componenti, un altro fattore di fondamentale importanza è l'efficienza con cui questi riescono a comunicare tra loro e a fornire la *user experience* migliore per il cliente.

2.2 I modelli diffusivi

Prevedere la domanda futura di un prodotto è una *challenge* fondamentale che l'impresa deve imparare a gestire per ottimizzare i costi e massimizzare i suoi profitti. In un settore maturo questo è però meno complesso da fare rispetto all'inserimento iniziale di un prodotto sul mercato. L'andamento della domanda sarà infatti un riflesso della curva di diffusione del prodotto e dipenderà strettamente dai processi di adozione messi in atto dai consumatori.

In generale, questi modelli matematici sfruttano alcune assunzioni di base, che semplificano il mercato e le variabili da considerare e permettono così di ottenere la domanda prevista in ogni istante di tempo futuro. In ogni momento la popolazione di riferimento sarà divisa tra gli adottatori e i consumatori che invece non hanno ancora adottato: l'obiettivo dei modelli è di calcolare la funzione cumulata che rappresenta il numero di adottatori nel tempo.

I predecessori di questi modelli risalgono al 1838 quando Verhulst ha definito un'equazione che rappresenta la crescita di alcuni tipi di popolazione, l'equazione logistica aveva la seguente forma:

$$P(t) = \frac{K}{1 + qe^{-rt}}$$

Nell'equazione, K rappresenta la popolazione massima raggiungibile, r è una costante che definisce il tasso di crescita e q è un fattore che indica il rapporto tra la popolazione raggiungibile e quella già raggiunta all'istante 0, t invece indica il tempo. Questa equazione è alla base della teoria di Mansfield che in uno studio del 1961 ha cercato di rispondere ad alcune domande fondamentali: "Una volta che un'innovazione è stata introdotta da un'impresa, quanto tempo passa prima che anche le altre inizino ad usarla? Quali fattori determinano quanto rapidamente le aziende seguiranno la prima?". Studiando i dati empirici sulla diffusione di dodici innovazioni in quattro settori differenti, la ricerca evidenzia come la diffusione sia un processo lento e il tasso di imitazione vari molto da un caso all'altro. Infine, nel paper è presentato un modello deterministico che esemplifica le analisi dei dati precedenti e mostra come la diffusione di un'innovazione tra le imprese possa essere descritta proprio da un'equazione logistica, la cui rappresentazione grafica è una curva ad S.

Al contempo, Fourt e Woodlock, nel 1960, studiando le vendite dei prodotti alimentari, per prevedere il successo di uno nuovo sul mercato, hanno definito nel loro studio una funzione per descrivere la penetrazione del mercato in ogni periodo:

$$f_t(r) = rm(1 - r)^{t-1}$$

in questa scrittura m rappresenta il limite percentuale di penetrazione del mercato e r è sempre il tasso di crescita come prima (*figura 14*). Nonostante le chiare differenze tra i beni alimentari e i beni durevoli, soprattutto nell'ambito del marketing, i due studiosi pensavano che fossero poche le modifiche necessarie per adattare il modello anche a quel tipo di prodotti.

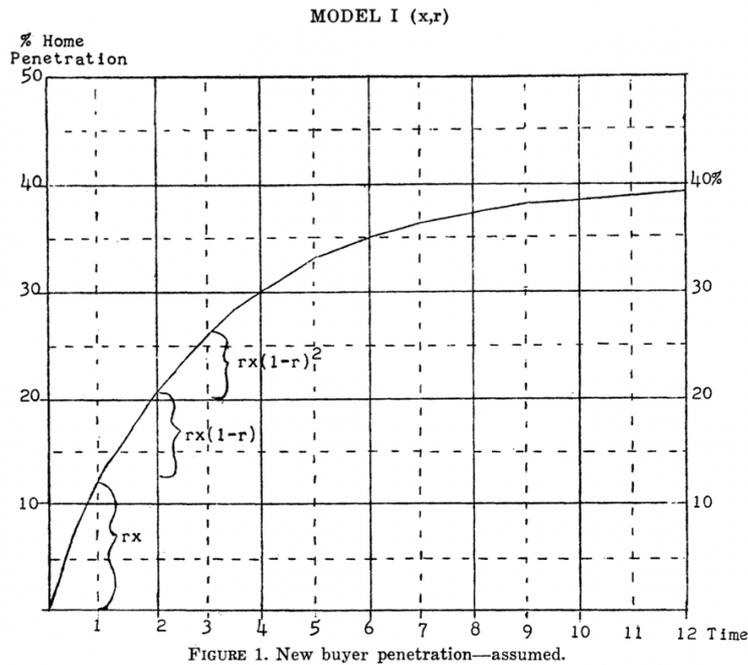


Figura 14: Rappresentazione del modello di Fourt e Woodlock

Source: *Early prediction of market success for new grocery product*, Fourt e Woodlock, 1960

Da queste due tipologie di approccio, Bass ha sviluppato, pochi anni dopo, un nuovo modello che approfondiremo nei seguenti sotto capitoli e che rappresenta lo standard di utilizzo nel mondo aziendale.

2.2.1 Il modello di Bass

Come anticipato, il modello creato da Bass nel 1969 prende spunto dal lavoro svolto precedentemente in molti campi differenti, per arrivare alla creazione di un'equazione che descriva al meglio la diffusione di una tecnologia sul mercato. Per comprendere come sia strutturato il modello occorre prima definire una serie di assunzioni di base, necessarie per poter effettuare le analisi desiderate. La domanda è valutata sul mercato per intero, quindi, se l'impresa non è monopolista, si dovrà, prima di applicare il modello, calcolare il mercato potenziale identificando la corretta *market share* e valutare l'*awareness* e l'*availability* del prodotto. Quest'ultimo deve essere un bene durevole e pertanto non sono valutate dal modello vendite addizionali o di sostituzione e non deve essere un bene sostituito o complementare di un altro sul mercato, cioè la sua domanda deve essere

indipendente e non correlata ad altri prodotti. L'*effort* dell'impresa nell'ambito del marketing deve essere costante lungo tutto il processo diffusivo. Infine, l'adozione da parte del consumatore è considerata in modo binario, o sceglie di adottare o sceglie di rigettare l'innovazione. Questa scelta, il culmine del processo di adozione, può verificarsi per due motivi secondo il modello: può avvenire perché il consumatore è spinto dall'innovazione, ovvero da fattori controllati dall'impresa o perché è spinto dall'imitazione, quindi da parametri interni al mercato. Il primo di questi è rappresentato nel modello da un parametro p che indica la frazione di non adottatori che in ogni istante di tempo sono propensi a diventare tali, mentre il secondo è considerato nel modello tramite l'uso di un parametro, q , che indica quanti degli individui che non hanno ancora adottato sono spinti a farlo da quelli che hanno già scelto di usare la tecnologia.

Nel modello quindi, la seguente equazione, in cui M indica il mercato potenziale, rappresenta il numero di vendite in un determinato istante di tempo t :

$$n_t = N_{t+1} - N_t = p(M - N_t) + \frac{q}{M}(M - N_t)N_t$$

calcolabile a partire dalla differenza delle vendite cumulate in un periodo, N_t meno quelle cumulate al periodo precedente N_{t-1} . L'evoluzione del processo diffusivo è però in generale valutata in base alle vendite cumulate del prodotto, che, in questo caso, sono ottenibile dall'applicazione della seguente equazione:

$$N(t) = M \frac{1 - e^{-(p+q)t}}{1 + \frac{q}{p} e^{-(p+q)t}}$$

Data la costruzione matematica del modello, esso funziona correttamente solo quando la serie storica di dati è sufficientemente lunga e di conseguenza la fase iniziale della diffusione è probabilmente terminata e la necessità di una previsione diventata meno urgente. Per questo motivo, molto spesso, i parametri p e q vengono stimati attraverso i dati di prodotti simili in mercati simili. Tuttavia, questi due fattori sono determinanti nell'ottenere una curva tramite la quale il management dell'impresa opera le scelte strategiche.

Un'innovazione può avere un processo diffusivo più imitativo o più innovativo, risultate in due diversi scenari di vendite, in termini di tempi e quantità (*figura 15*). L'impresa può

in parte influenzare questi parametri per ottenere uno scenario che si adatti maggiormente alle proprie esigenze, ad esempio sfruttando nel modo corretto il marketing. Una delle motivazioni principali per il dover modificare l'andamento della diffusione potrebbe essere un vincolo sulla capacità di prodotto realizzabile, posticipando il picco delle vendite, si ha maggior tempo per dotarsi di tale capacità produttiva.

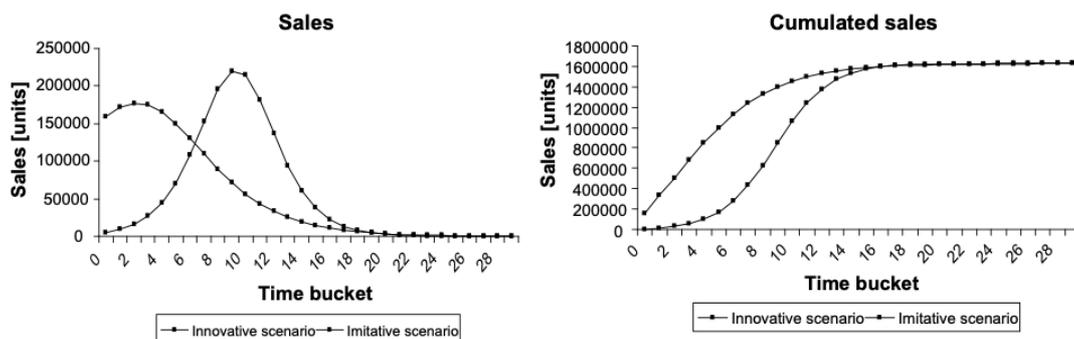


Figura 15: Applicazione del modello di Bass in uno scenario imitativo e uno innovativo

Source: *Management of innovation and product development*, Cantamessa e Montagna

I principali limiti del modello di Bass risiedono nelle sue assunzioni, in particolare la staticità del mercato potenziale e dei parametri p e q , durante tutto il processo diffusivo, non permette di delineare molti scenari verosimili. Inoltre, supporre che tutte le variabili che influenzano il mercato siano riassumibili da solo due fattori, è stato considerato semplicistico da chi ha provato successivamente a creare delle varianti del modello. Al tempo stesso però, per i beni durevoli, la semplicità di utilizzo e i risultati sufficientemente adeguati, hanno reso questo modello uno dei più utilizzati nelle imprese.

2.2.2 Altri modelli diffusivi

Per colmare specifiche lacune del modello trattato precedentemente o per adattarlo a più specifici casi di studio, sono nate molte varianti (Goodwin et al., 2011), ottenute da alcuni studiosi modificando solo determinati parametri o rilassando alcune ipotesi. Alcuni di questi sono particolarmente rilevanti se si tratta di approfondire la diffusione dei prodotti digitali e quindi verranno presentati qui di seguito.

Il primo da citare è il modello di Bass generalizzato, sviluppato da Bass stesso insieme a Krishnan e Jain (1994), che ha come principale differenza quella di includere delle variabili decisionali. Vengono introdotti due parametri nuovi, il tasso di modifica del prezzo $pr(t)$ e lo sforzo impiegato nella pubblicità, A che concorrono a descrivere una funzione di intervento $x(t)$:

$$x(t) = 1 + \beta_p \frac{\frac{dpr(t)}{dt}}{pr(t)} + \beta_A \frac{\frac{dA(t)}{dt}}{A(t)}$$

in cui i coefficienti β_p e β_A riflettono l'efficacia dei due fattori sul modello base di diffusione. Quando la crescita relativa di pr e di A è costante nel tempo, questo modello ricade nel precedente, infatti, il valore di $x(t)$ sarà pari a uno e non modificherà il risultato dell'equazione che definisce il numero di vendite:

$$n(t) = [M - N(t)][p + qN(t)]x(t)$$

Qui sono specificate le equazioni del modello nel caso in cui il mercato potenziale sia considerato costante, ma si può anche assumere che vari in funzione del tempo e che sia legato al cambiare del prezzo del prodotto:

$$m(t) = m[pr(t)]^{-\eta}$$

Il modello presentato poc'anzi non raggiunge comunque un grado di generalizzazione particolarmente alto, ma questo permette di ottenere ancora una soluzione in forma chiusa.

Un altro modello che si è scelto di presentare è quello proposto da Bemmaor e Lee nel 2002. La principale sua caratteristica è l'introduzione della possibilità che gli adottatori imitativi siano eterogenei nel tempo e abbiano una propensione individuale all'acquisto del prodotto. Questa viene indicata tramite η nelle equazioni e segue una distribuzione

gamma¹. Una funzione di densità di questo tipo è strutturata tramite un parametro α il cui valore modifica la forma della curva. Per $\alpha = 1$ la distribuzione assume la forma di un'esponenziale e più piccolo diventa, più aumenta l'eterogeneità. Le vendite cumulate quindi saranno espresse dalla seguente formula:

$$F(t) = \frac{1 - e^{-(p+q)t}}{\left(1 + \frac{q}{p} e^{-(p+q)t}\right)^\alpha}$$

Questa formulazione permette di avere un modello più flessibile e che possa rappresentare l'evoluzione dei parametri nel tempo, ma potrebbe essere uno svantaggio quando i dati che si hanno sono “rumorosi” o non si conosce il processo tramite cui sono stati generati.

Guseo, Darda e Mortarino, nel 2014, hanno approfondito il modello precedentemente presentato, con l'obiettivo di inserire due effetti di eterogeneità separati. Per consentire di valutare come eterogenei nel tempo, non solo gli imitatori ma anche gli innovatori, occorre apportare un'ulteriore modifica al modello. Le vendite cumulate devono essere calcolate con la seguente equazione:

$$F(t) = \frac{\left(1 - e^{-(p+q)t}\right)^\delta}{\left(1 + \frac{q}{p} e^{-(p+q)t}\right)^\alpha}$$

Il parametro δ consente di velocizzare o rallentare l'iniziale processo di adozione e modificare la ripidità della curva. Se il suo valore supera 1, il contagio iniziale sarà ritardato, mentre se minore, la diffusione sarà accelerata. Inoltre, è facile osservare che per un valore di δ pari a 1, il modello ricade nel precedente, creato da Bemmaor e Lee e se anche α è pari a 1, si ritrova quello semplice di Bass.

Questo modello può essere reso ancora più completo utilizzando, come per il modello di Bass generalizzato, anche una funzione di intervento $x(t)$ che possa inserire determinati shock nel processo diffusivo.

¹ Una distribuzione Gamma è una distribuzione di probabilità continua che viene parametrizzata tramite due fattori, α e β . Questi modificano rispettivamente la forma della distribuzione e la scala della distribuzione.

Al contrario dei modelli citati in precedenza, che avevano come obiettivo la previsione sul lungo termine, quello presentato di seguito si concentra su cicli di vita più brevi. La crescente competizione rende infatti necessario osservare le previsioni non solo su più anni ma anche all'interno di un singolo anno per cogliere effetti di stagionalità, *trend* e oscillazioni che possono dipendere dal comportamento dei consumatori, ma anche dalle strategie dell'impresa. Guseo e Guidolin (2013) hanno quindi deciso di partire da un modello di Bass generalizzato, ma introducendo dei parametri, p_c e q_c , che rappresentino la comunicazione, generando un mercato potenziale variabile. La formulazione che ne consegue è la seguente:

$$z(t) = K \sqrt{\frac{1 - e^{-(p_c+q_c)t}}{1 + \frac{q_c}{p_c} e^{-(p_c+q_c)t}} \frac{1 - e^{-(p_s+q_s)t}}{1 + \frac{q_s}{p_s} e^{-(p_s+q_s)t}}$$

Tramite questa formula si possono calcolare le vendite nei vari periodi considerando un mercato, $m(t)$ che si evolve nel tempo e consentendo di valutare scenari in cui l'impatto delle comunicazioni, da parte dell'impresa verso il mercato, modificano di molto il numero di potenziali adottatori nei vari periodi, creando stagionalità e oscillazioni.

Norton e Bass, invece, si sono interrogati in particolare su come avvengano i processi diffusivi nel caso di prodotti ad alto tasso tecnologico. Sostengono, in uno studio del 1987, che il tasso di sostituzione delle tecnologie sia diventato più veloce, quindi, la diffusione di un prodotto può iniziare prima che il precedente sia arrivato a saturare il mercato. Nel loro modello cercano quindi di spiegare questa congiunzione tra sostituzione e diffusione. Coniugando il lavoro di Bass sulla diffusione e quello di Fisher e Pry (1971) sui modelli di sostituzione², la loro ricerca si basa sull'assunto che ogni generazione abbia il proprio limite massimo di mercato raggiungibile e abbia una propria modalità di penetrazione del mercato. Quindi ad esempio, per una generazione senza successore, le vendite saranno espresse come:

$$S(t) = mF(t)$$

² Per approfondire i modelli di sostituzione si consiglia di vedere: "A substitution model of technological change", Fisher e Pry, *Technological forecasting and social change*, 3 (March 1971), pp. 75-88.

riprendendo la curva ad S tipica del processo di diffusione. Se si introduce un'ulteriore generazione, alcune delle vendite che sarebbero state destinate alla generazione precedente, devono essere annoverate invece tra quelle della successiva e alcuni consumatori, pur avendo adottato la prima generazione, passeranno alla seconda. In pratica questo viene espresso tramite le seguenti formulazioni:

$$S_1(t) = F_1(t)m_1 - F_2(t - \tau_2)F_1(t)m_1 = F_1(t)m_1[1 - F_2(t - \tau_2)]$$

$$S_2(t) = F_2(t - \tau_2)[m_2 + F_1(t)m_1]$$

in cui τ_2 indica il momento di inserimento della seconda generazione. La soluzione per le funzioni $F_1(t)$ e $F_2(t)$ è ottenibile applicando la formula del modello di Bass semplice ed è importante notare che tutti i potenziali adottanti per la generazione 1, lo sono anche per la generazione 2. Questa scrittura è poi ampliabile ad un numero n di generazioni, anche se con l'aumentare del numero, a causa della sostituzione, le vendite delle prime generazioni, tenderanno a zero. Norton e Bass erano consapevoli che il modello non fosse generale e ci fossero variabili omesse, ma i risultati ottenuti dalla sua applicazione erano validi e le sue previsioni accurate.

In conclusione, viene presentato il modello di Boehner e Gold (2015), che si concentra sull'impatto del *marketing mix* sulla diffusione. L'ipotesi fondante del loro studio è infatti che questo modifichi la *market size* e che quindi il mercato potenziale vari nel tempo, a differenza di come viene considerato nel modello di Bass, staticamente. Anche nel modello di Bass generalizzato, modificare il prezzo o l'*effort* pubblicitario, sposta solo la curva nel tempo, ma la domanda totale resta invariata, m rimane lo stesso. In questo caso invece, m viene reso variabile in funzione del *marketing mix*. Quest'ultimo, pur essendo costituito da molti fattori, viene considerato solo come dinamica dei prezzi e promozioni, sia per evitare di rendere troppo complesso il modello, sia perché sono le due leve più usate dall'impresa per modificare la domanda del prodotto. I due ricercatori sono partiti dal modello di Bass generalizzato, il cui numero di adottatori in un periodo t , può essere calcolato come:

$$S(t) = \left(pm + (q - p)N_{t-1} - \left(\frac{q}{m}\right)N_{t-1}^2 \right) Z_t$$

e in cui Z_t rappresenta l'impatto del *marketing mix*. Successivamente, hanno modificato il termine m che da esogeno diventa endogeno per incorporare all'interno gli effetti del prezzo e delle promozioni, invece che lasciarle in un fattore moltiplicativo a se stante. Dunque, esprimono nel modello m come segue:

$$m = sP^{-e}A^f$$

Una funzione Cobb-Douglas in cui P indica il prezzo, A le spese di pubblicità, s è uno *scaling factor* e i due coefficienti e e f sono rispettivamente l'elasticità della domanda al prezzo e l'elasticità alla pubblicità. Questa formulazione può essere estesa, senza troppa difficoltà, per incorporare altre variabili del *marketing mix* all'interno dell'impatto che questo ha sul mercato potenziale.

In conclusione, si può dire che il modello di Bass e i suoi derivati sono i più comuni e i più utilizzati modelli di diffusione nell'ambito aziendale, grazie alla semplicità di calcolo e di struttura dell'equazione su cui si basano. Contestualmente però hanno il difetto di essere troppo semplicistici nella loro considerazione delle variabili e quindi meno precisi nei risultati rispetto a modelli più complessi, soprattutto quello base di Bass.

In questo capitolo, quindi, sono stati spiegati nel dettaglio i concetti di adozione e diffusione e raccontati gli strumenti teorici che vengono utilizzati per analizzare questi due processi. Nel terzo capitolo, invece, verranno analizzati tre casi studio, basati su dati reali, che permetteranno di comprendere meglio le differenze tra le dinamiche dell'innovazione nel caso dei prodotti analogici e dei prodotti digitali.

3. Casi studio

In questo capitolo sono presentati i tre casi studio utilizzati nell'analisi, ciascuno dei quali confronta tra loro un prodotto digitale con il suo predecessore analogico, allo scopo di identificare le differenze nelle architetture e nel processo diffusivo. Ogni caso è strutturato in maniera analoga, con un'iniziale analisi qualitativa delle architetture di prodotto, tramite *block diagrams* e un successivo confronto. La raccolta di dati relativi a ciascun prodotto e al suo settore industriale ha permesso poi la costruzione delle curve del modello di Abernathy e Utterback (1975), presentate precedentemente. Infine, è stato calcolato il tasso di diffusione, valutato su uno specifico mercato di riferimento per ogni coppia di prodotti. I seguenti sotto capitoli, dunque, analizzano uno per volta i tre casi studio nella modalità appena descritta.

3.1 Frigorifero tradizionale e frigorifero smart

Il primo dei casi considerati si concentra sulla coppia di prodotti composta da frigorifero tradizionale e il successivo frigorifero in versione smart. Questo prodotto è stato inventato per rispondere al bisogno fondamentale della conservazione del cibo in ambito domestico e non solo: dagli anni '20 del secolo scorso numerose invenzioni hanno portato alla realizzazione della tecnologia del frigorifero così come lo si trova presente nelle case di tutti al giorno d'oggi. Negli ultimi due decenni però, con l'avvento di internet e del digitale, è crescente la domanda per i prodotti di domotica e prodotti dotati di assistenti IA, anche nell'ambito casalingo. Per via di questa spinta sono nati una serie di elettrodomestici, tra cui il frigorifero, in versione smart. Questa tipologia permette spesso di interagire con lo *user* tramite comandi vocali o tramite un display per mostrare informazioni sullo *status* del prodotto e sul suo contenuto o per effettuare ricerche *online* soprattutto riguardo a ricette o conservazione degli alimenti.

Per avere un quadro di analisi completo si deve anche ricordare che non ci sono prodotti complementari per i quali sia opportuno analizzare i collegamenti e verificare l'andamento della domanda e che il frigorifero smart non è un prodotto sostituto di quello tradizionale.

3.1.1 Architettura di prodotto

Analizzando l'architettura di un frigorifero tradizionale si può riconoscerne la sua modularità, ogni elemento svolge delle specifiche funzioni; quest'ultime sono sei e sono le seguenti: raffreddare, contenere il cibo, controllare i parametri, illuminare, alimentare e conferire struttura. Nel diagramma sottostante (*figura 16*) si possono osservare i vari elementi funzionali costituenti un frigorifero, uniti tra loro con frecce che rappresentano i legami che li uniscono.

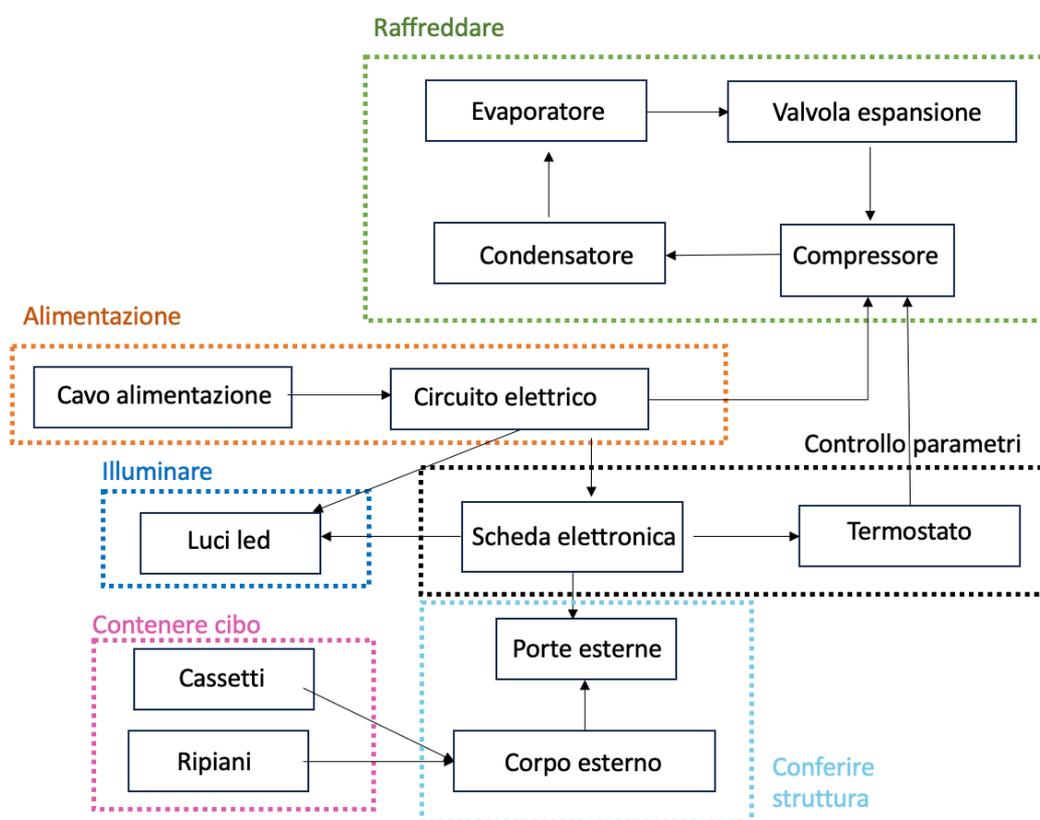


Figura 16: Diagramma dell'architettura di un frigorifero tradizionale

Per quanto riguarda invece il frigorifero smart, l'architettura identificata è sempre di tipo modulare, ma sono presenti, come ci si aspetterebbe, alcune funzioni aggiuntive, ovvero: erogare l'acqua, setting dei parametri e la connettività. Anche i componenti sono in numero maggiore e il collegamento tra essi è reso più complesso dall'aggiunta della componente digitale all'interno. Il diagramma che segue (*figura 17*) è realizzato in modo analogo al precedente, rispettando le analogie tra funzioni ed elementi che i prodotti hanno in comune.

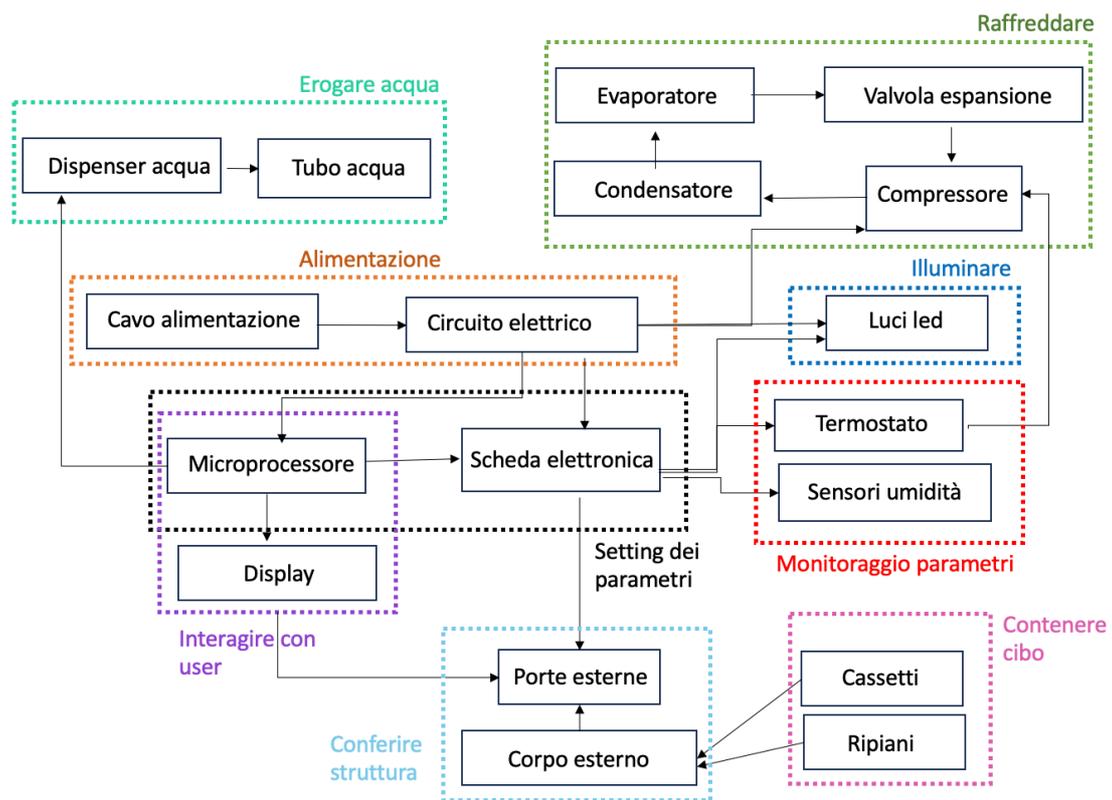


Figura 17: Diagramma dell'architettura di un frigorifero smart

Dal confronto delle due architetture risulta evidente che la tecnologia di base che permette il funzionamento dell'elettrodomestico non è modificata, ma si nota un aumento nel numero di componenti e anche del numero di funzioni. Il secondo prodotto mette a disposizione, infatti, una *user experience* più completa e personalizzabile, grazie proprio all'aggiunta della componente digitale e della connettività. Dunque, servendosi della matrice di classificazione di Henderson e Clark (1990), già esemplificata nel primo capitolo, si può concludere che questa innovazione sia di tipo architeturale.

3.1.2 Curve del modello di Abernathy e Utterback

L'analisi prosegue osservando le curve del modello di Abernathy e Utterback (1975) per entrambi i prodotti, a partire dalle vendite di mercato. È proposto prima un grafico (figura 18) per rappresentare quelle del frigorifero tradizionale ma è da specificare che, per mancanza di dati sufficienti, le vendite sono state sostituite dal *diffusion rate*, usato spesso

come *proxy*. Nello specifico, i dati utilizzati sono relativi al tasso di abitazioni negli USA che nei vari anni erano dotate di un frigorifero. I dati mostrano che il prodotto ha raggiunto la saturazione del suo mercato potenziale, arrivando infatti a un *diffusion rate* del 100%.

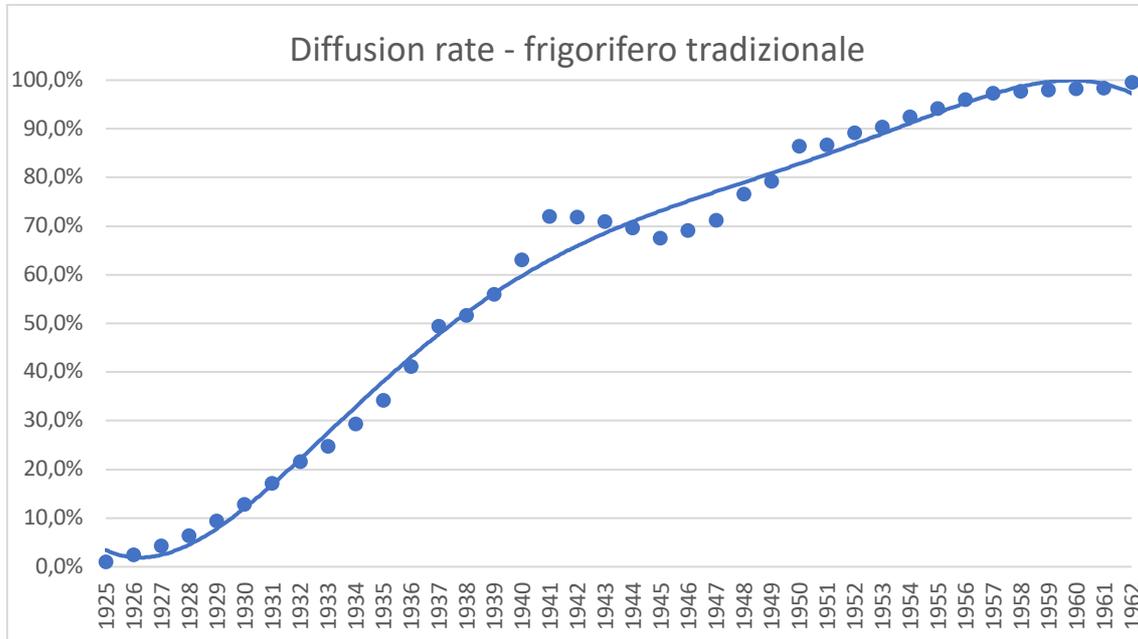


Figura18: Diffusion rate del frigorifero tradizionale

Anche per il frigorifero smart i dati non sono sufficienti a disegnare una curva delle vendite, quindi, è stata usata come *proxy* la *market size* globale del prodotto espressa in *blns US\$* (figura 19). In questo caso si nota che le vendite sono in progressivo aumento, indicando che la tecnologia si trova ancora in una fase iniziale del processo diffusivo. È ragionevole quindi supporre che il mercato in questione non sia giunto alla sua maturità.

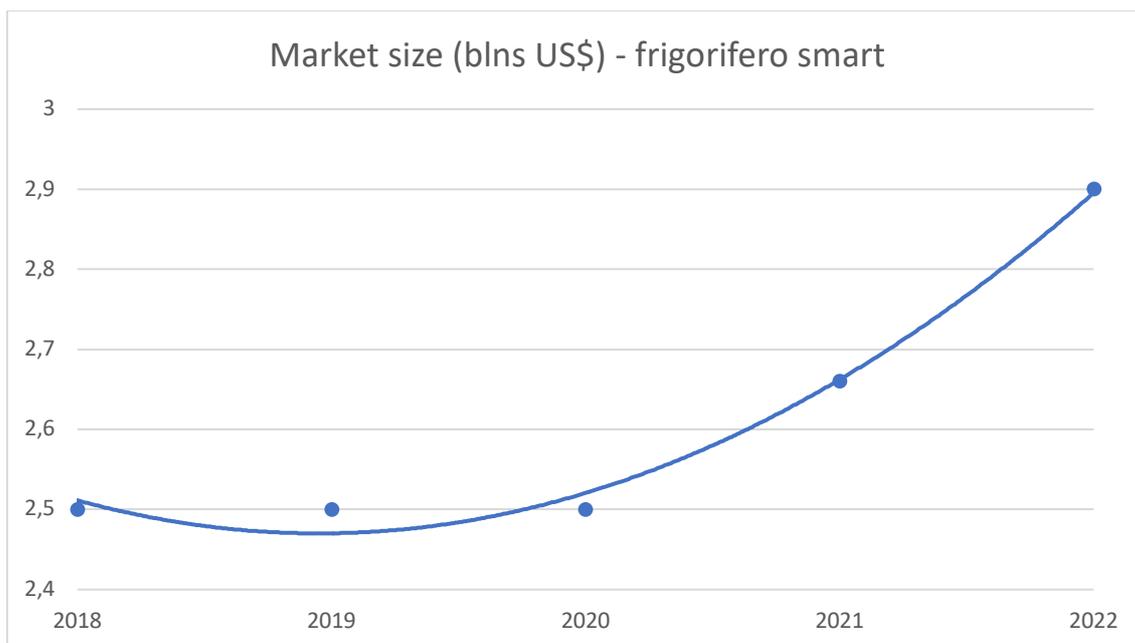


Figura 19: Market size del frigorifero smart

Il secondo parametro da valutare sono le performance, in questa analisi si è scelto di usare, per questa coppia di prodotti, un indicatore che fa riferimento al consumo energetico, poiché considerato un fattore fondamentale, insieme alla classe energetica, per la scelta del frigorifero da parte dei potenziali adottatori. L'indicatore, quindi, valuta l'inverso del consumo annuo di energia elettrica, espresso come 1 anno/kWh. Nel grafico riportato sotto (*figura 20*) si osserva per il frigorifero tradizionale la classica curva ad S e si può concludere che le performance del prodotto abbiano raggiunto ormai una saturazione, mantenuta e migliorata dal prodotto smart che invece è solo all'inizio del suo arco. Nella tabella 1 sono poi riportati i dati per una maggior comprensione. Coerentemente con quanto ipotizzato dall'osservazione delle vendite, anche le performance suggeriscono che il frigorifero tradizionale abbia concluso il suo arco diffusivo e che invece il suo successore digitale si trovi ancora in una fase iniziale.

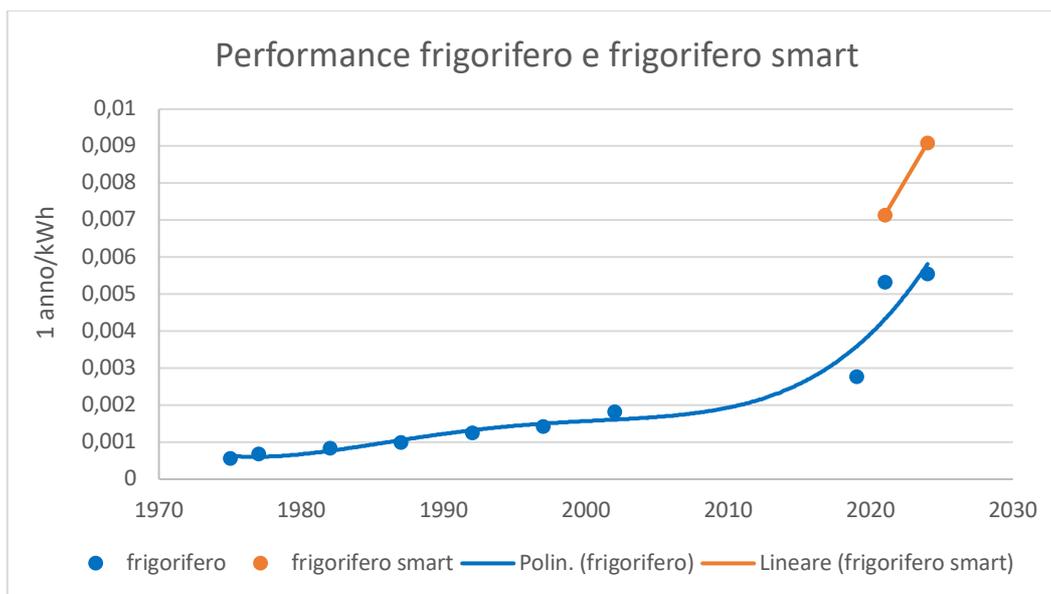


Figura 20: Performance del frigorifero tradizionale e del frigorifero smart a confronto

Anno	Frigorifero tradizionale [1/kWh]	Frigorifero smart [1/kWh]
1975	0,000555	
1977	0,000689	
1982	0,000833	
1987	0,001000	
1992	0,001250	
1997	0,001428	
2002	0,001818	
2019	0,002777	
2021	0,005319	0,007142
2024	0,005555	0,009090

Tabella 1: Performance del frigorifero tradizionale e smart

Il terzo fattore da approfondire è il tasso di innovazione, ovvero la misura di quanto le imprese del settore investano in ogni istante di tempo nella tecnologia presa in considerazione. Per fare ciò, in questo lavoro si è scelto di valutare il numero di brevetti depositati ogni anno per ogni prodotto. Nel primo grafico (figura 21) si osserva il *rate of innovation* del frigorifero tradizionale che, dopo una crescita progressiva, mostra un calo negli ultimi periodi. Nel secondo (figura 22) invece, in cui si nota un aumento generale del numero di brevetti nel tempo, è rappresentato quello del frigorifero smart.

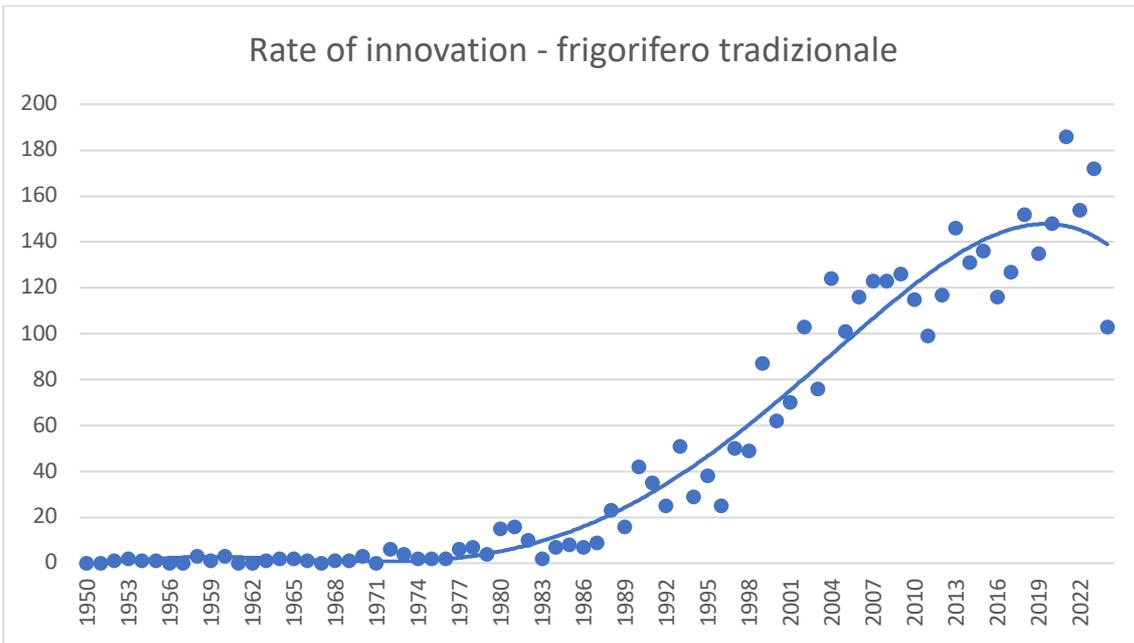


Figura 21: Rate of innovation del frigorifero tradizionale

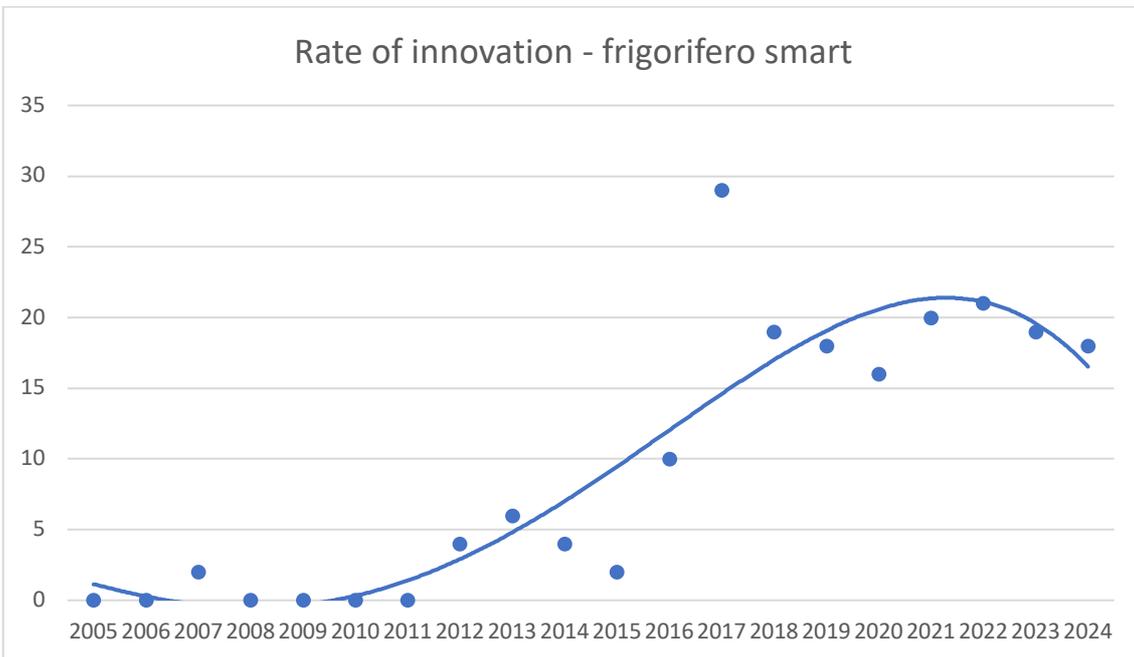


Figura 22: Rate of innovation del frigorifero smart

Per quanto riguarda il settore industriale, non sono stati trovati dati sufficienti a creare delle curve che indicassero per ogni periodo il numero di aziende attive nel settore, ma possono comunque essere fatte alcune considerazioni per descrivere l'andamento

dell'*industry*. Alcune imprese sono nel mercato fin dall'inizio della storia del prodotto, come per esempio Electrolux, altre si sono inserite a metà dell'arco diffusivo come Whirlpool nel 1955 e Lg nel 1965. Nel 2017, il 40% della *market share* era in mano a solo sei imprese: Electrolux, Midea, Whirlpool, Haier, Samsung, e Lg, ciascuna di esse, inoltre, si è inserita anche nel mercato dei frigoriferi *smart*.

3.1.3 Tasso di diffusione

Come anticipato all'inizio di questo capitolo, l'ultimo passo è quello di calcolare e confrontare tra loro i tassi di diffusione dei due prodotti. Per fare ciò è stato calcolato il rapporto tra gli adottatori e il mercato di riferimento totale che in questo caso è rappresentato dal numero di *household*. Il grafico riportato (*figura 23*) mostra quindi le curve che rappresentano il tasso di diffusione dei prodotti in ogni periodo. Si nota come il frigorifero *smart* sia entrato sul mercato dopo che il suo predecessore aveva già raggiunto la totalità del mercato potenziale, mentre, al momento, il secondo è ancora in una fase intermedia del processo diffusivo e non è ancora stato adottato dall'*early majority*.

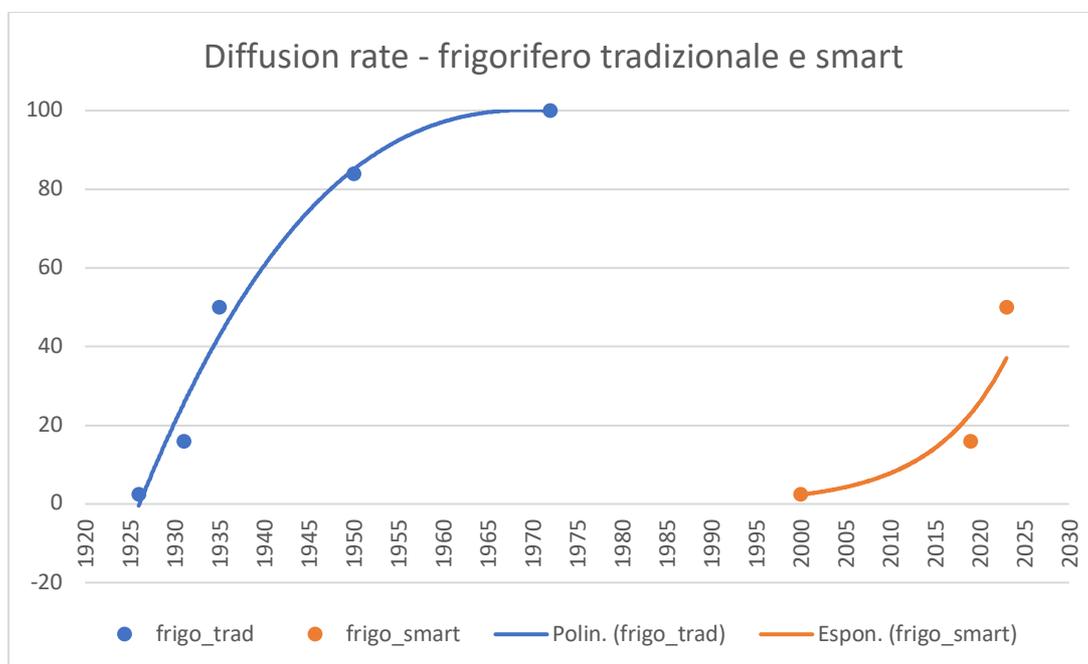


Figura 23: Tasso di diffusione del frigorifero tradizionale e del frigorifero smart

In conclusione, si può supporre che per il frigorifero tradizionale sia emerso un design dominante e che la tecnologia abbia raggiunto tutto il mercato possibile, rendendo quindi il settore maturo. Al contrario, per il frigorifero *smart* i parametri analizzati conducono a ipotizzare che la tecnologia si trovi ancora in una fase fluida e che un *dominant design* debba ancora emergere.

3.2 Food processor e smart kitchen robot

I primi prodotti di questa categoria sono stati realizzati ad inizio del 1900, ma è dagli anni '70 che con l'esplosione dell'elettronica di consumo hanno assunto maggior popolarità e sono entrati nelle case di tutti. Il loro obiettivo principale è quello di semplificare il lavoro in cucina, di automatizzare molti processi manuali, quali l'impastatura o il taglio. Rispetto ai prodotti analogici che hanno scopo professionale, in cui il focus dei produttori è sulla capacità, intesa come volume di alimenti lavorabili e sulla potenza, questi elettrodomestici sono creati attorno alla *user experience* del consumatore per consentire di velocizzare e automatizzare la preparazione dei pasti. I *food processor* in particolare consentono di svolgere numerose funzioni, servendosi di accessori diversi, infatti, non occorre più tagliare manualmente, impastare o montare. Con la digitalizzazione è stato introdotto sul mercato il suo successore, ovvero lo *smart kitchen robot*. Rispetto a un normale frullatore, questo permette, in linea generale, di automatizzare anche le cotture, la pesatura e la realizzazione di una ricetta per intero. Per fare ciò si serve, tra le altre cose, di strumenti di connettività, di *tool* di intelligenza artificiale di *feedback* sonori. In questo caso i prodotti complementari che si possono identificare sono gli accessori che rendono possibili le funzioni e quindi aumentano la flessibilità di utilizzo dei prodotti, ma si deve anche ricordare che questi sono principalmente venduti insieme al prodotto principale. Inoltre, anche in questa coppia di prodotti, non si può dire che l'alternativa digitale sia un prodotto sostituto del suo predecessore.

3.2.1 Architettura di prodotto

Anche per questo secondo caso studio si inizia con l'analisi delle architetture di questi due prodotti: il *food processor* presenta un'architettura modulare con interfacce standard tra i componenti e i suoi componenti esplicano sette funzioni. Queste sono state

riconosciute in alimentare, contenere il cibo, ruotare l'albero, bloccare la rotazione, bloccare la fuoriuscita del cibo, regolare la velocità e implementare le varie funzioni. Come per gli altri prodotti il diagramma (figura 24) presenta la struttura dell'architettura con i vari elementi collegati tra loro e le funzioni svolte.

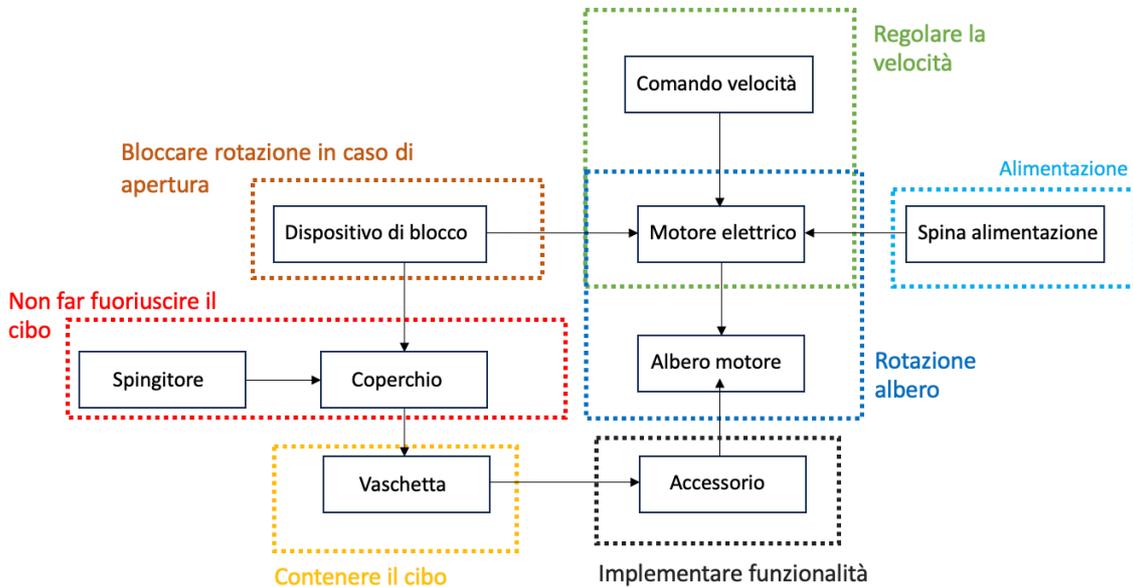


Figura 24: Diagramma dell'architettura di un food processor

Nell'osservare il secondo prodotto si nota che il numero di elementi e di funzioni implementabili aumenta notevolmente grazie alla componente digitale aggiuntiva e il diagramma (figura 25) che si ottiene è visibilmente più complesso. Oltre alle funzioni svolte al *food processor* per questo prodotto si trovano anche le seguenti: controllare i processi, monitorare la temperatura, monitorare il peso, controllare il tempo e mostrare le informazioni.

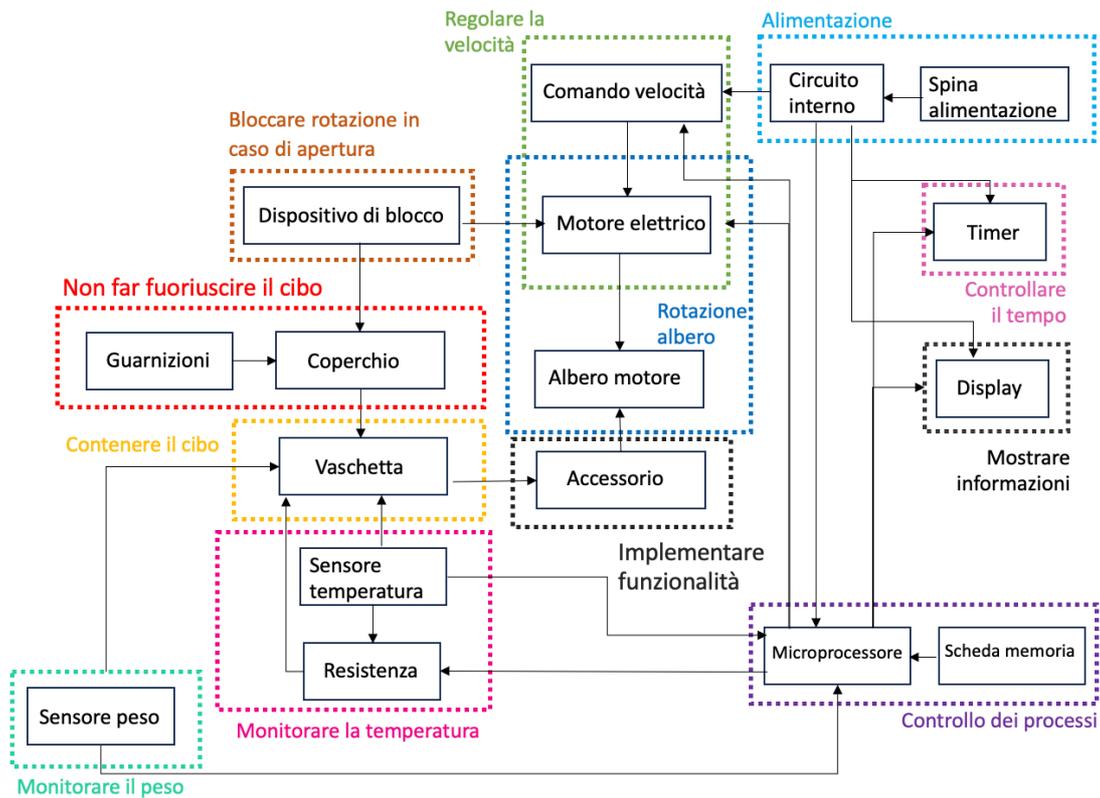


Figura 25: Diagramma dell'architettura di uno smart kitchen robot

Confrontando le due architetture si nota che l'aggiunta più rilevante nel secondo prodotto, rispetto al primo, è quella di un microprocessore interno che, legato ad altri elementi come alcuni sensori e una scheda di memoria, permette all'utente di usufruire di alcune funzioni che rientrano nel campo dell'IT. Nonostante questo, però, la tecnologia che permette il funzionamento di base, cioè la rotazione dell'albero centrale resta invariata e anche la *user experience*, seppur facilitata in parte dall'automazione, rimane analoga. Servendosi sempre della teoria di Henderson e Clark (1990), questa innovazione si cataloga come architetturale proprio perché i componenti sono diversi ma la tecnologia di base è la medesima.

3.2.2 Curve del modello di Abernathy e Utterback

Procedendo con l'applicazione della teoria di Abernathy e Utterback (1975), sono presentate qui le vendite di questi due prodotti espresse in milioni pezzi venduti. Per il *food processor* i dati sono relativi alle vendite negli USA e riportati nel grafico

immediatamente sottostante (*figura 26*). Dal 2010 al 2015 si nota un aumento generale delle vendite. Gli ultimi due valori sembrano indicare l'inizio di una decrescita, ma a causa della mancanza di dati non si può definirla con certezza.

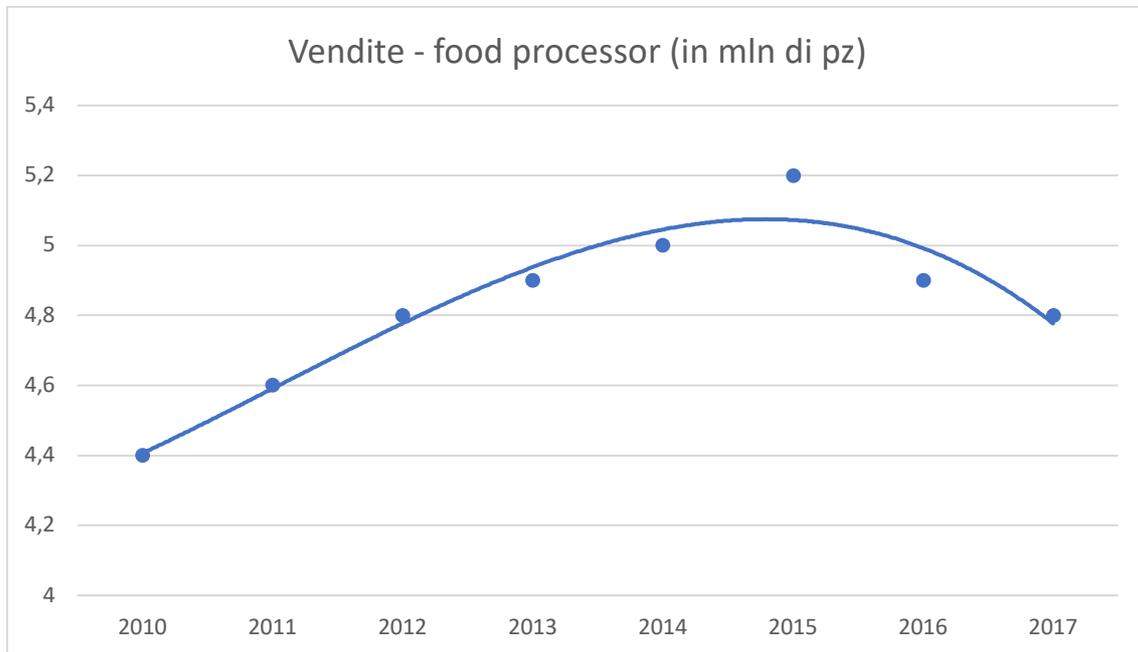


Figura 26: Vendite di food processor

Il grafico seguente (*figura 27*) riporta invece i dati di vendita degli *smart kitchen robot* in Europa. Purtroppo, non sono molti gli anni analizzati: questo è dovuto sia alla scarsità di dati, sia alla tecnologia di per sé che essendo relativamente recente, non consente di avere una serie storica particolarmente lunga. È ragionevole comunque ipotizzare un andamento crescente.

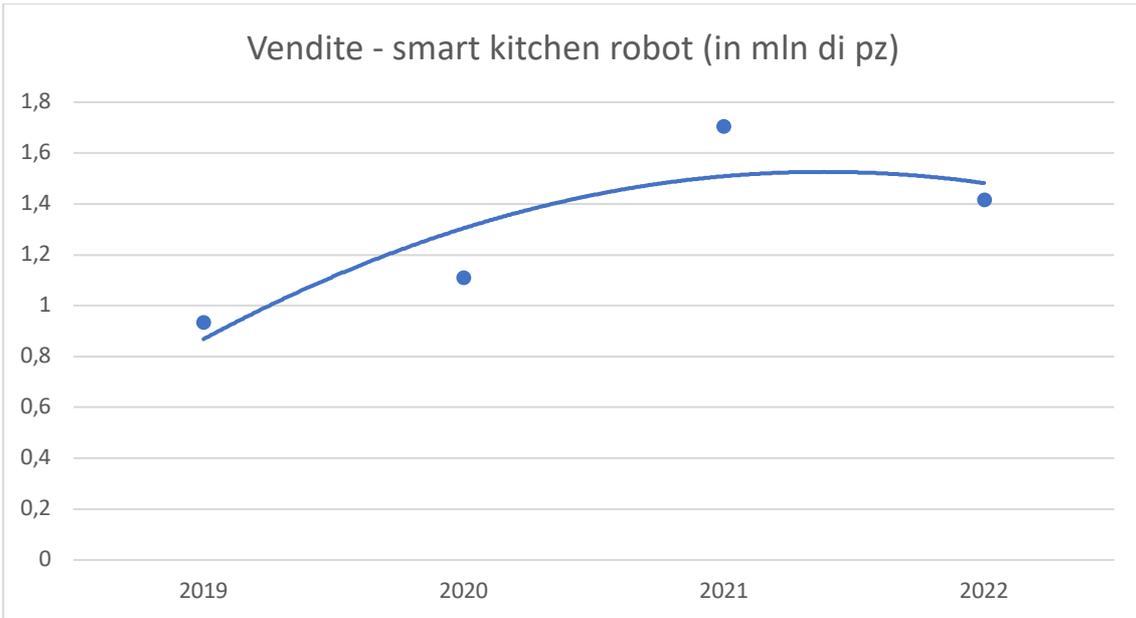


Figura 27: Vendite di smart kitchen robot

Come secondo parametro si osserva ora più nel dettaglio il tasso di innovazione, anche qui espresso in termini di brevetti depositati in ogni periodo. Nella figura 28 sono riportati i dati relativi al *food processor*, mentre in quella seguente (figura 29), quelli dell'alternativa digitale.

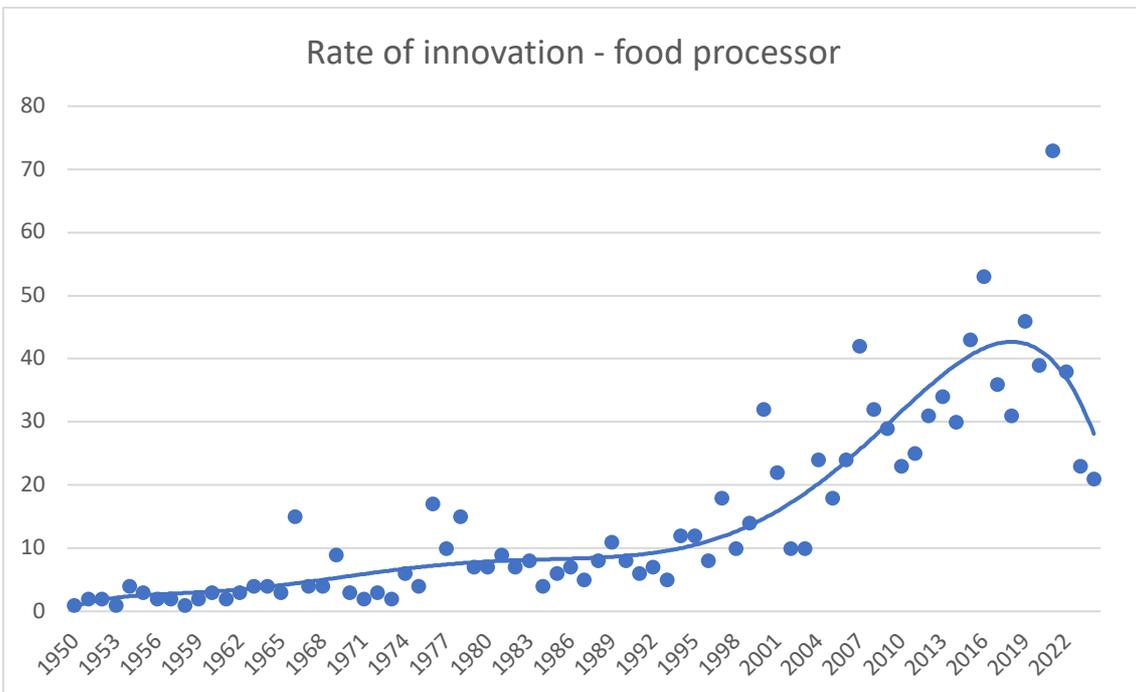


Figura 28: Rate of innovation dei food processor

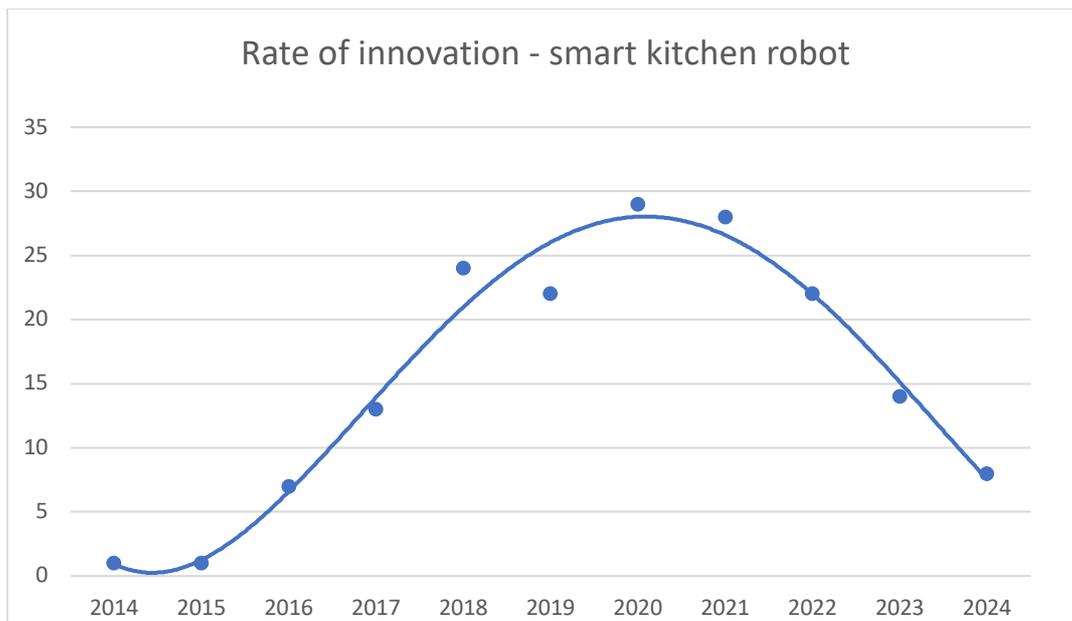


Figura 29: Rate of innovation degli smart kitchen robot

Il terzo fattore da analizzare sono le performance dei prodotti che, per questo secondo caso studio, sono state valutate in base al numero di funzioni operabili dal singolo elettrodomestico.

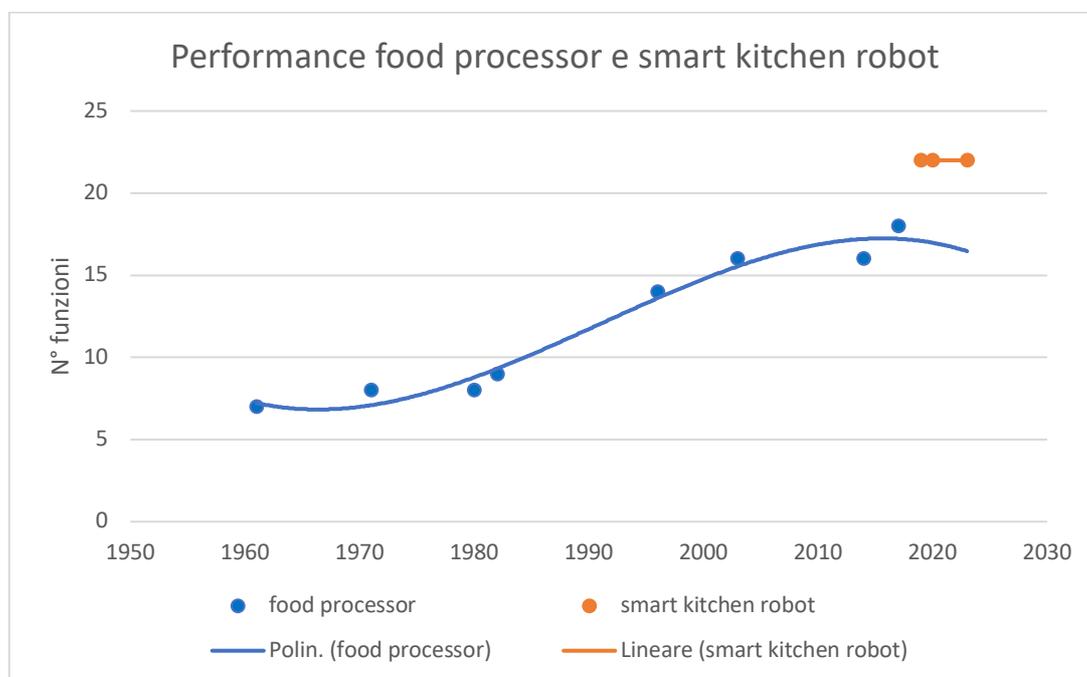


Figura 30: Performance dei food processor e degli smart kitchen robot

Anno	Food processor	Smart kitchen robot
1961	7	
1971	8	
1980	8	
1982	9	
1996	14	
2003	16	
2014	16	
2017	18	
2019		22
2020		22
2023		22

Tabella 2: Performance del food processor e dello smart kitchen robot

Come si vede dal grafico (*figura 30*) e si può leggere chiaramente in tabella (*tabella 2*) le performance del primo prodotto sono migliorate gradualmente nel tempo, quelle del secondo superano il precedente già dall'inizio dell'immissione sul mercato e sono, per ora, stabili. L'andamento di questo parametro suggerisce che per quanto riguarda il *food processor* il mercato abbia già selezionato un design dominante e le performance abbiano raggiunto il loro massimo. Nel caso del prodotto digitale, invece, le performance indicano che la tecnologia si trova ancora in una fase fluida.

L'ultimo parametro che il modello suggerisce di analizzare è il numero di imprese attive nel settore nei vari periodi, ma come per i frigoriferi, questo non è stato possibile per via della mancanza di dati sufficienti. Ad ogni modo, si può comunque ricostruire una storia dell'*industry* nel tempo basandosi sulle imprese più note e importanti. La prima impresa a commercializzare un *food processor* fu KitchenAid nel 1919 ed è ancora presente in maniera importante sul mercato. Nei decenni successivi sono entrati molti *brand* come Kenwood, col suo *Kenwood chef* nel 1950 e Moulinex con il *Robot Charlotte* nel 1960. È dagli anni '70 però che si è visto un incremento del numero di aziende coinvolte in questo settore, nel 1971 entrano Vorwerk, con il famoso *Thermomix*, e Magimix e poi nel 1973 anche Cusinart. A realizzare invece una versione *smart* del robot da cucina ci sono ormai svariate imprese, tra queste le più importanti sono: Vorwerk, Moulinex, Cecotec, Magimix, Xiaomi, Kenwood, Kitchenaid, Ninja, Masterpro, Ufesa e Ariete, ma non solo.

3.2.3 Tasso di diffusione

Terzo e ultimo step da affrontare per questo caso studio è quello di calcolare i tassi di diffusione dei prodotti: come per il caso precedente il mercato di riferimento è formato dal numero di *household*. Nel grafico sottostante (*figura 31*) si nota innanzitutto che, nonostante siano entrati sul mercato intorno all'anno 2017, i robot da cucina smart non hanno ancora raggiunto neanche il 2,5% del mercato (ovvero non hanno ancora conquistato tutti gli *innovators*) ma il dato si aggira solo intorno all'1%. Infine, si vede che i predecessori non hanno raggiunto ancora la saturazione del mercato potenziale, ma sono stati acquistati già dall'*early majority*.

Per concludere appare corretto supporre che nel mercato dei *food processor* sia emerso un *dominant design*, come indicano le performance, e che il mercato potenziale non sia ancora stato raggiunto tutto, come indica il tasso di diffusione. Per gli *smart kitchen robot* invece, tutti i parametri analizzati suggeriscono che la tecnologia si trovi in una fase iniziale della diffusione e che ancora non sia emerso un design dominante.

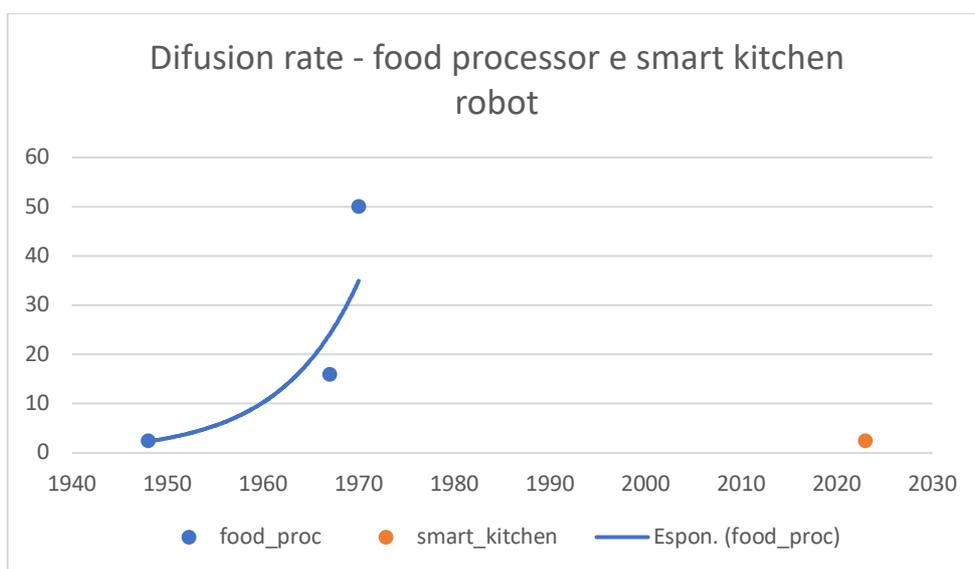


Figura 31: Tasso di diffusione dei food processor e degli smart kitchen robot

3.3 Musicassetta e compact disc

La musicassetta venne creata inizialmente da Philips nel 1963 a seguito in un brevetto, più maneggevole del disco in vinile e più versatile nell'utilizzo, permetteva di registrare

e sovrascrivere il contenuto anche in casa. Nel tempo soppiantò completamente il vinile come supporto musicale più acquistato, così come il compact disc, neanche venti anni dopo, fece con la musicassetta stessa. Il CD, sostituto della sua alternativa non digitale, è stato inventato e creato tra il 1979 e il 1981 da Sony ed è un prodotto ancora disponibile, anche se in misura esigua sul mercato. Il suo successo si deve anche alla standardizzazione del prodotto che lo ha caratterizzato fin dall'inizio. Risale al 1980, infatti, il *Redbook* un manuale che contiene le specifiche tecniche del CD e che ne definisce lo standard. Il formato, superato solo dall'arrivo dell'mp3, prevede 700 MB di capacità, audio campionato a 44,1 kHz e 74 minuti di audio disponibili.

Per quanto riguarda i prodotti complementari, si possono individuare due categorie: le custodie, vendute generalmente insieme al prodotto principale, e i lettori, sia portatili, sia fissi, per cui invece un'analisi più approfondita potrebbe dare maggiori informazioni sulla diffusione della tecnologia, ma che in questa sede si è deciso di non intraprendere.

3.3.1 Architettura di prodotto

L'analisi delle architetture di questa coppia di prodotti è rappresentabile in due diagrammi relativamente semplici. La musicassetta è composta da soli cinque elementi e le funzioni che questi rendono possibili sono quattro: informare sul contenuto, proteggere il contenuto, permettere la lettura del contenuto e contenere le informazioni. Tutto ciò è riassunto nella figura 32 che si trova di seguito che mostra bene come l'architettura individuata sia di tipo modulare.

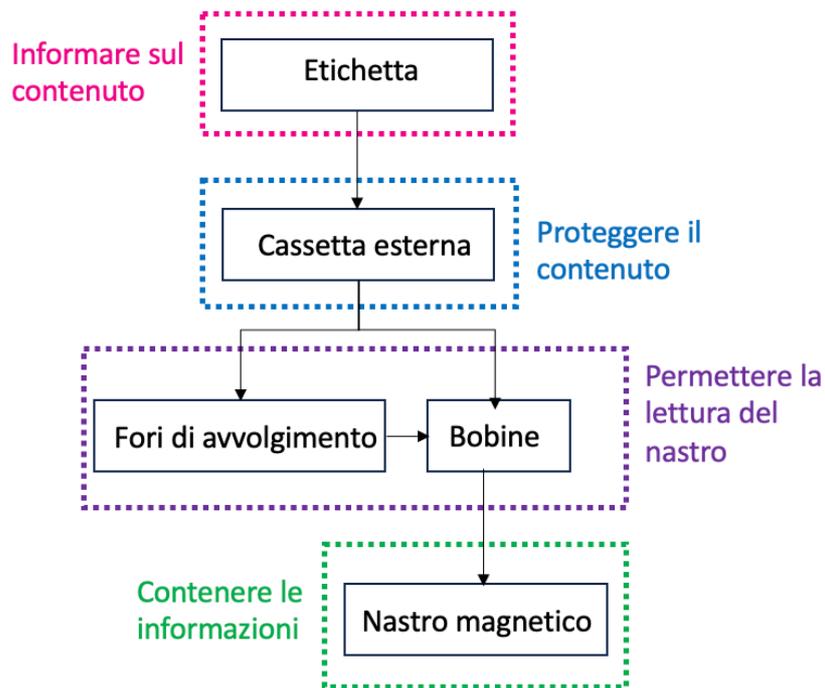


Figura 32: Diagramma dell'architettura di una musicassetta

Per quanto riguarda il compact disc si possono fare considerazioni analoghe, i componenti sono solo cinque e le funzioni uguali al prodotto precedente con l'aggiunta di una, la possibilità di agganciare nel foro centrale il CD al suo lettore. Anche questa architettura è modulare e il diagramma della figura 33 lo mostra chiaramente.

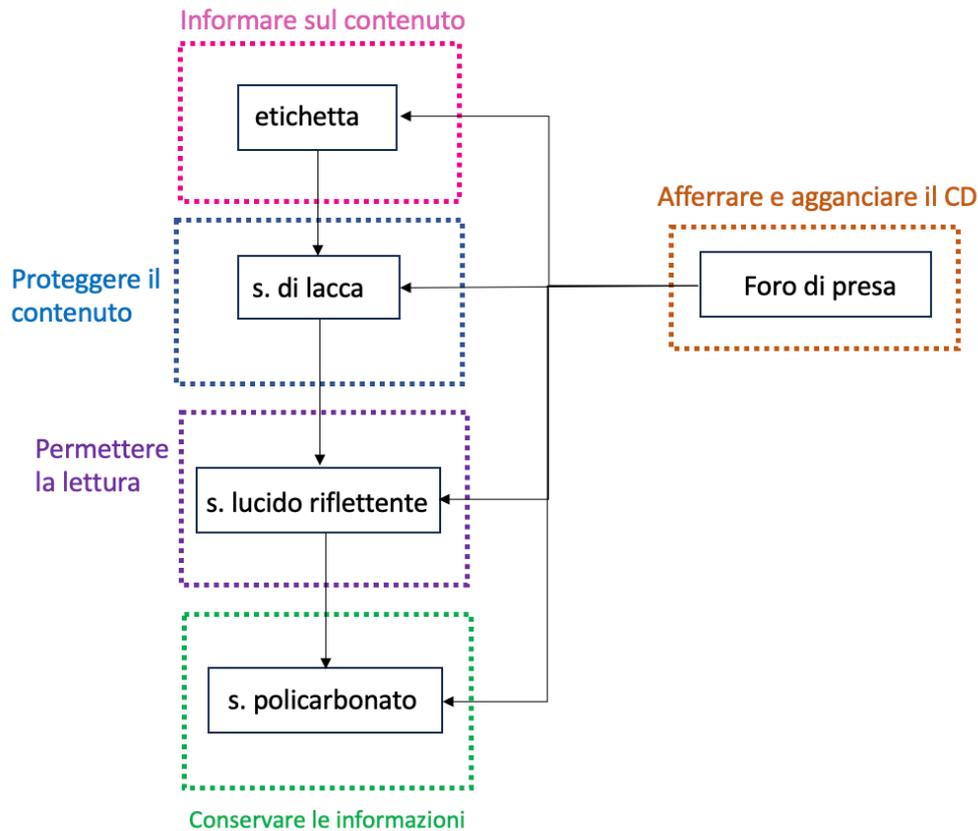


Figura 33: Diagramma dell'architettura di un compact disc

Dal confronto delle due emerge che la tecnologia di base che permette di far funzionare i prodotti è completamente diversa così come lo sono i componenti e il legame che li collega. Appoggiandosi, come di consueto, alla teoria di Henderson e Clark (1990) l'innovazione presa in esame in questo terzo caso studio è, dunque, di tipo radicale.

3.3.2 Curve del modello di Abernathy e Utterback

Come per gli altri prodotti, l'analisi prosegue con l'approfondimento delle vendite. In questo caso studio, le vendite dei due prodotti sono relative al solo settore musicale, negli USA ed espresse nei grafici in milioni di pezzi. Nella figura 34 si può vedere l'andamento delle vendite di musicassette negli anni. Il grafico mostra l'intero arco diffusivo del prodotto le cui vendite sono ormai azzerate. La stessa considerazione è valida per le vendite del compact disc, osservabili nella figura 35.

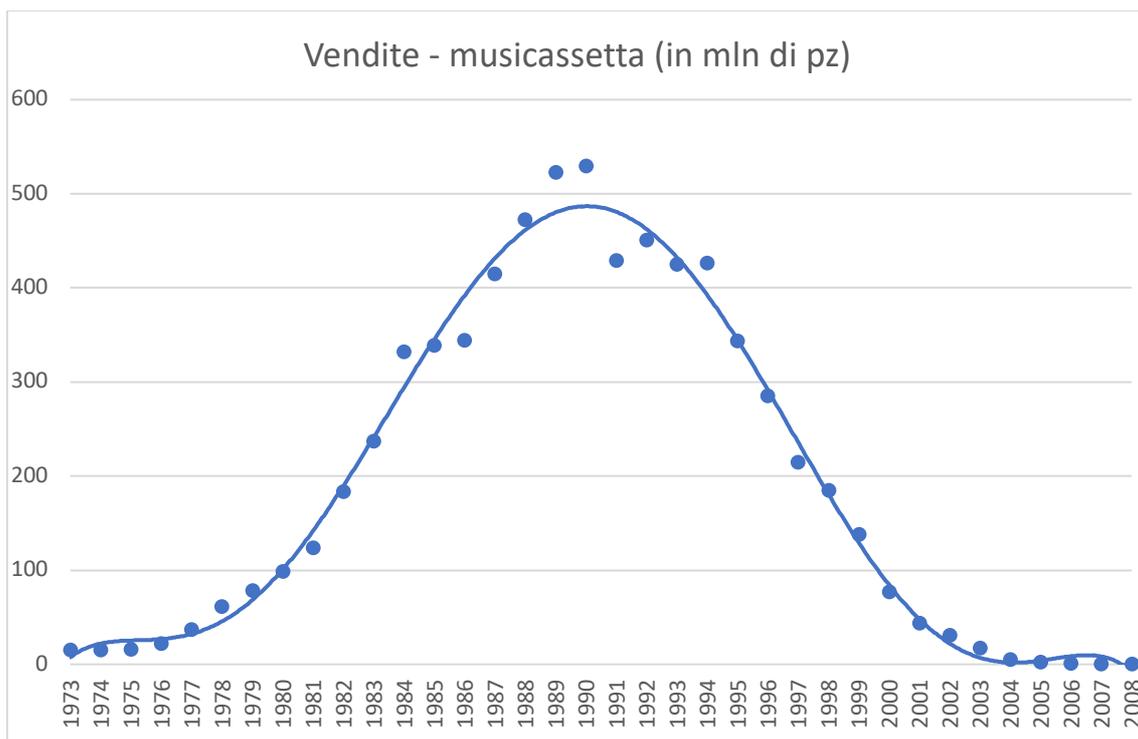


Figura 34: Vendite di musicassetta

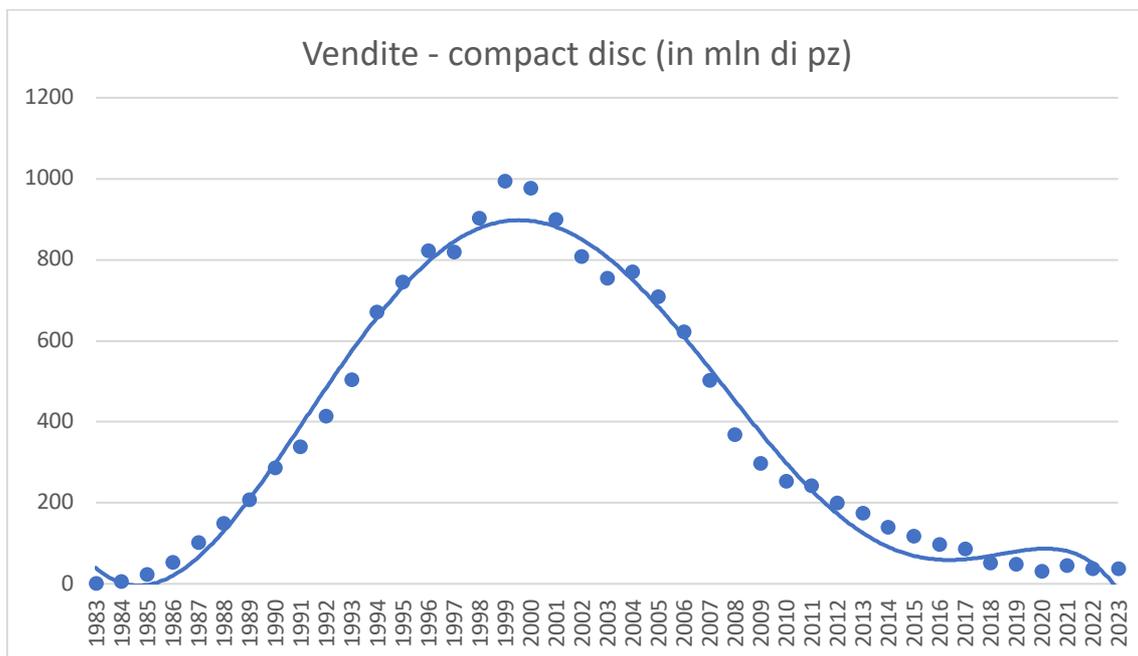


Figura 35: Vendite di compact disc

La seconda variabile da considerare è quella del tasso di innovazione che, come nel resto dell'elaborato, è stato rappresentato tramite il numero di brevetti depositati in ogni periodo. Il primo grafico (figura 36) riporta i dati relativi alla musicassetta mentre il

secondo (figura 37) è realizzato con i dati sul compact disc. Come già osservato per le vendite, anche in questo caso i dati evidenziano come entrambe le tecnologie abbiano attraversato tutte le fasi della diffusione.

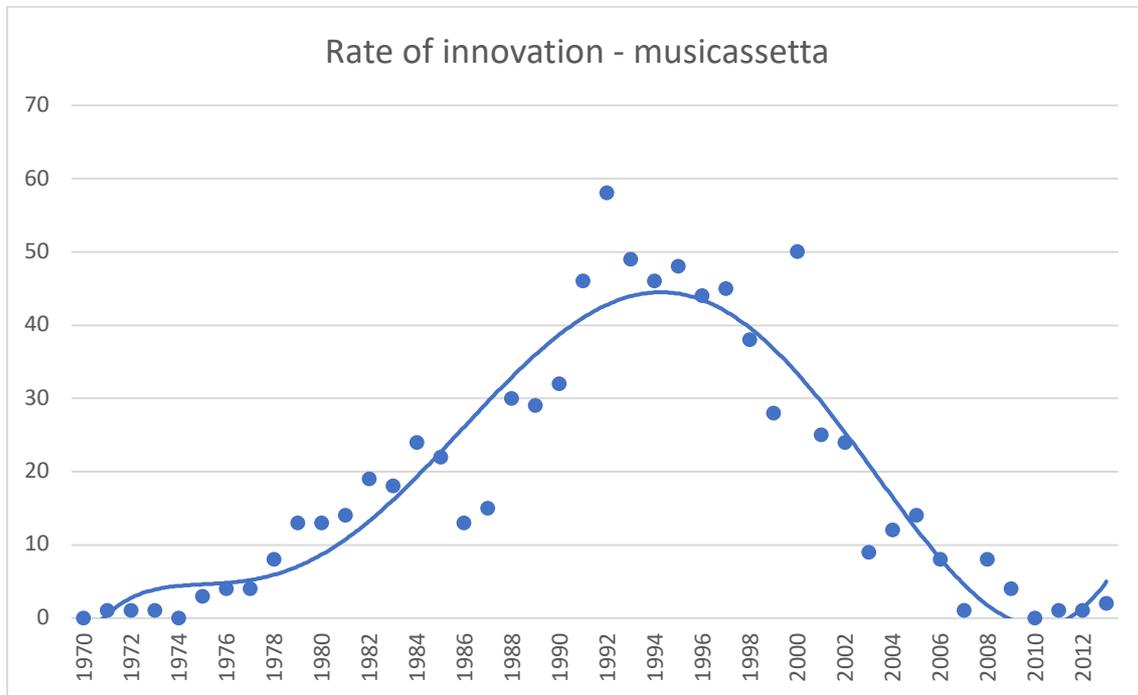


Figura 36: Rate of innovation della musicassetta

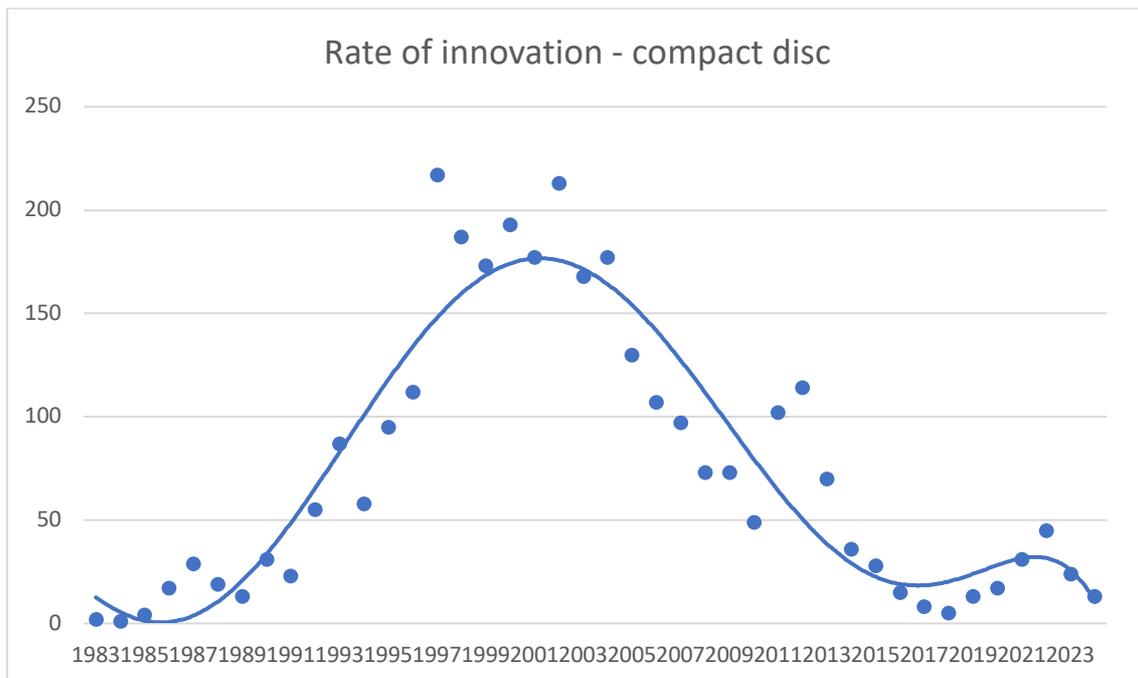


Figura 37: Rate of innovation del compact disc

Il terzo aspetto da considerare è quello delle performance delle tecnologie, l'indicatore che si è scelto di utilizzare per questa coppia di prodotti è il rapporto tra il segnale e il rumore, un fattore che permette di descrivere la qualità del suono ottenibile con questi supporti. Il suo valore viene espresso in dB. Le curve che descrivono i dati relativi ai due prodotti sono osservabili nella figura 38 sotto riportata.

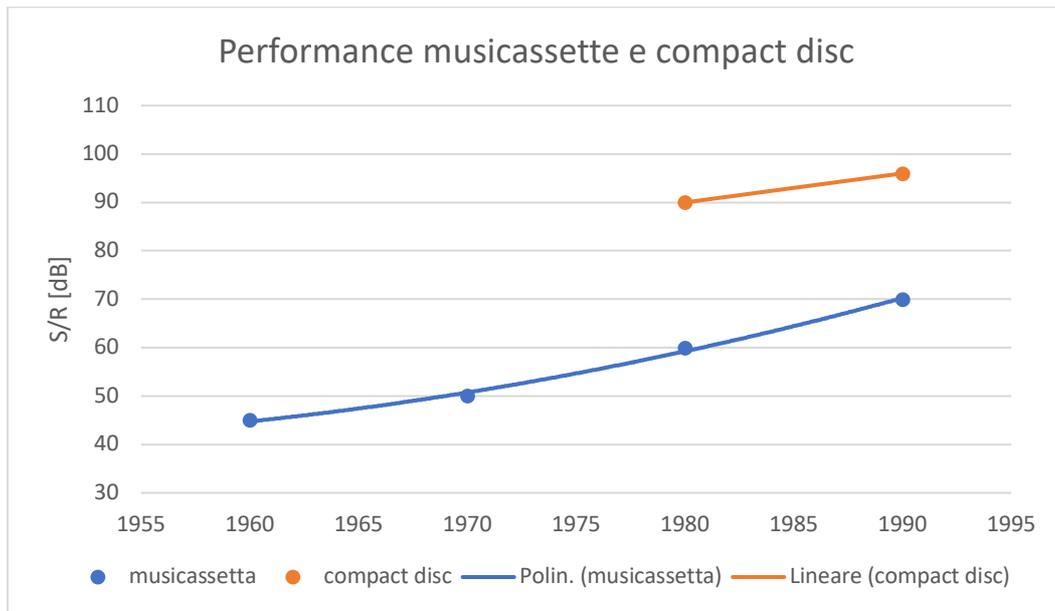


Figura 38: Performance delle musicassette e dei compact disc

Anno	Musicassetta [dB]	Compact disc [dB]
1960	45	
1970	50	
1980	60	90
1990	70	96

Tabella 3: Performance della musicassetta e del compact disc

Come si nota dalla rappresentazione grafica (figura 38) e dai dati della tabella 3, le performance delle musicassette sono aumentate nel tempo fino a raggiungere una soglia che però il CD ha ampiamente superato fin da subito e che è rimasta stabile grazie alla standardizzazione che caratterizza questo prodotto.

Infine, il modello prevede un'analisi dell'*industry* per comprendere il numero di imprese attive nel settore nei vari periodi. Un andamento generale per quanto riguarda le musicassette è rappresentato nella figura 39, in particolare si può dire che le imprese che hanno iniziato la produzione, come BASF, Maxell, Sony e TDK sono rimaste fino alla fine dell'arco diffusivo di prodotto.

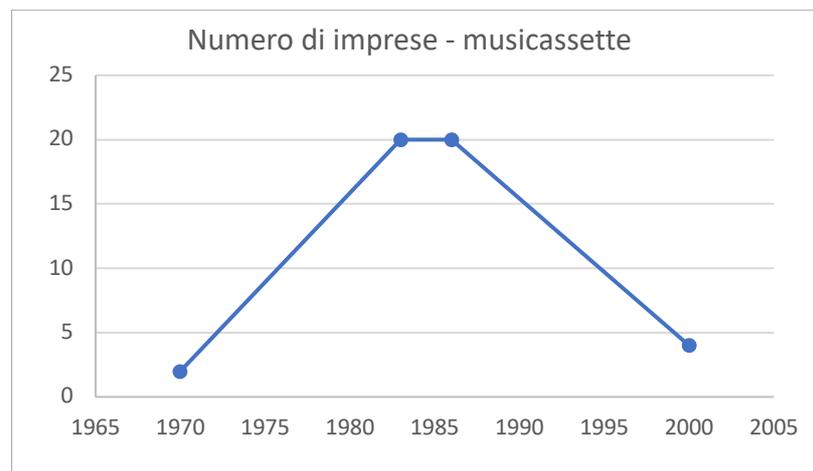


Figura 39: Numero di imprese nel settore delle musicassette

Per i compact disc, la scarsità di dati non ha concesso di disegnare una curva ma si può comunque dire qualcosa sul settore per comprenderlo meglio. La prima azienda a commercializzare i compact disc su larga scala fu la CBS/Sony nella prima metà degli anni '80. Entrarono poi nel settore anche gli altri *player*, già noti per le musicassette: BASF, Maxell, TDK e Philips. Sony ha continuato a produrre i compact disc fino a pochi anni fa quando ha chiuso nel 2022 l'ultima fabbrica rimasta.

3.3.3 Tasso di diffusione

Nella terza e ultima parte del caso è stato calcolato, come per gli altri, il tasso di diffusione delle tecnologie e confrontato tra i due prodotti. Per questi ultimi a differenza delle due coppie precedenti, il mercato di riferimento è stato considerato come l'intera popolazione. Il rapporto tra adottatori e mercato potenziale ha portato ai risultati che si vedono nel grafico sottostante (*figura 40*). Si nota chiaramente che entrambi i prodotti nel tempo hanno percorso tutto l'arco diffusivo, raggiungendo la saturazione del mercato che

avevano a disposizione e che la diffusione dei CD è iniziata dopo che le musicassette avevano già raggiunto tutti i possibili adottatori.

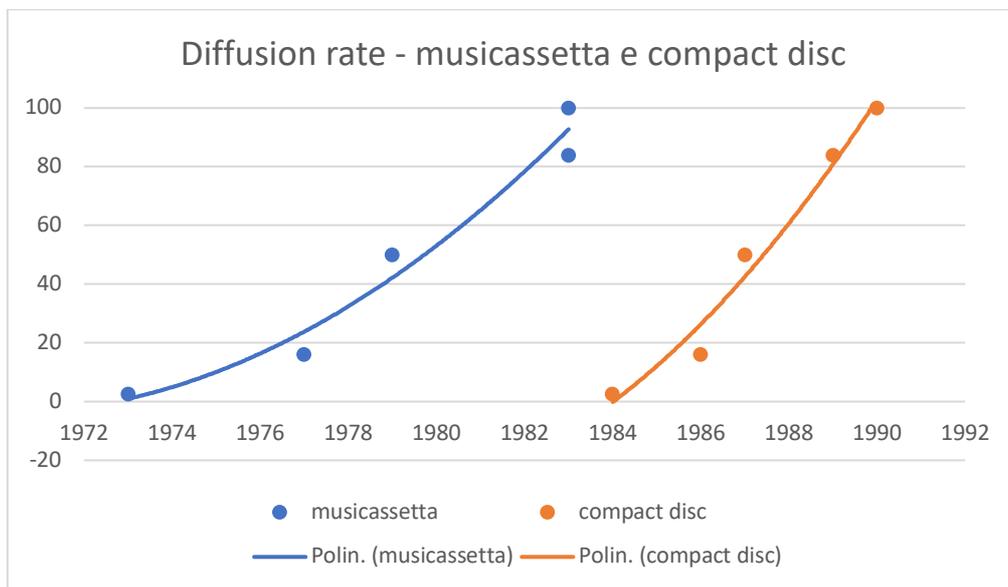


Figura 40: Tasso di diffusione delle musicassette e dei compact disc

In sintesi, dall'analisi di questa coppia di prodotti emerge che entrambe le tecnologie hanno attraversato una fase iniziale, caratterizzata da una crescita costante delle vendite e delle performance e che, successivamente, il settore ha raggiunto la maturità.

In queste pagine sono state illustrate le architetture dei prodotti e presentati i dati raccolti durante la ricerca. I grafici forniti permettono già di cogliere alcune differenze e le evidenze più importanti che verranno però approfondite nel capitolo successivo. Nei paragrafi seguenti si propone, infatti, un'analisi dei dati più importanti e si traggono le conclusioni di questo lavoro, accompagnate ad alcune considerazioni sui limiti di questa ricerca e su possibili prospettive di approfondimento future.

4. Analisi dei dati e conclusioni

4.1 Analisi dati e conclusioni

In questo sotto capitolo sono analizzati in modo più puntuale i dati ottenuti dalla ricerca e presentati nelle pagine precedenti.

La considerazione più rilevante che emerge dall'analisi delle architetture è che i prodotti digitali presentano una maggior complessità e una maggior modularità, sono composti da più componenti, molto specializzati nelle funzioni che vanno ad assolvere. Questo è dovuto, come anticipato, proprio all'inserimento della componente digitale e all'aumento delle funzioni previste che questo comporta. Dal confronto delle architetture del primo caso studio (*figura 41*) emerge quanto il prodotto digitale sia più complesso del suo antecedente. Si osserva infatti un numero maggiore di moduli funzionali e di componenti necessari per il funzionamento del prodotto. Ad esempio, il monitoraggio e il controllo dei parametri del frigorifero sono svolti nel primo caso da un semplice termostato, mentre per il frigorifero *smart*, tramite l'uso di sensori aggiuntivi collegati a un microprocessore.

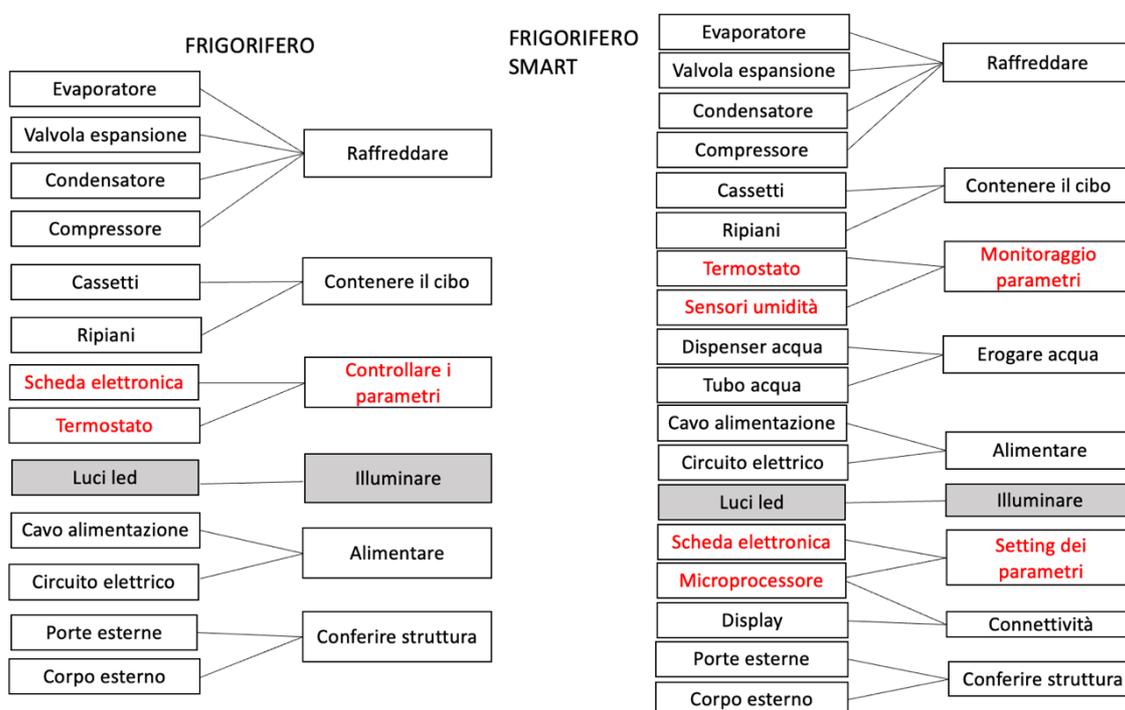


Figura 41: Confronto tra l'architettura di un frigorifero e quella di un frigorifero smart

Paragonando le architetture del secondo caso studio (*figura 42*), si osserva che il prodotto digitale è caratterizzato da un numero maggiore di componenti. Si nota anche che questi ultimi sono particolarmente specializzati e legati a uno a uno con una specifica funzione. Per esempio, il timer, il sensore per il peso degli alimenti e il display svolgono, in autonomia, una funzione differente. Queste caratteristiche permettono di identificare quella dello *smart kitchen robot* come un'architettura modulare.

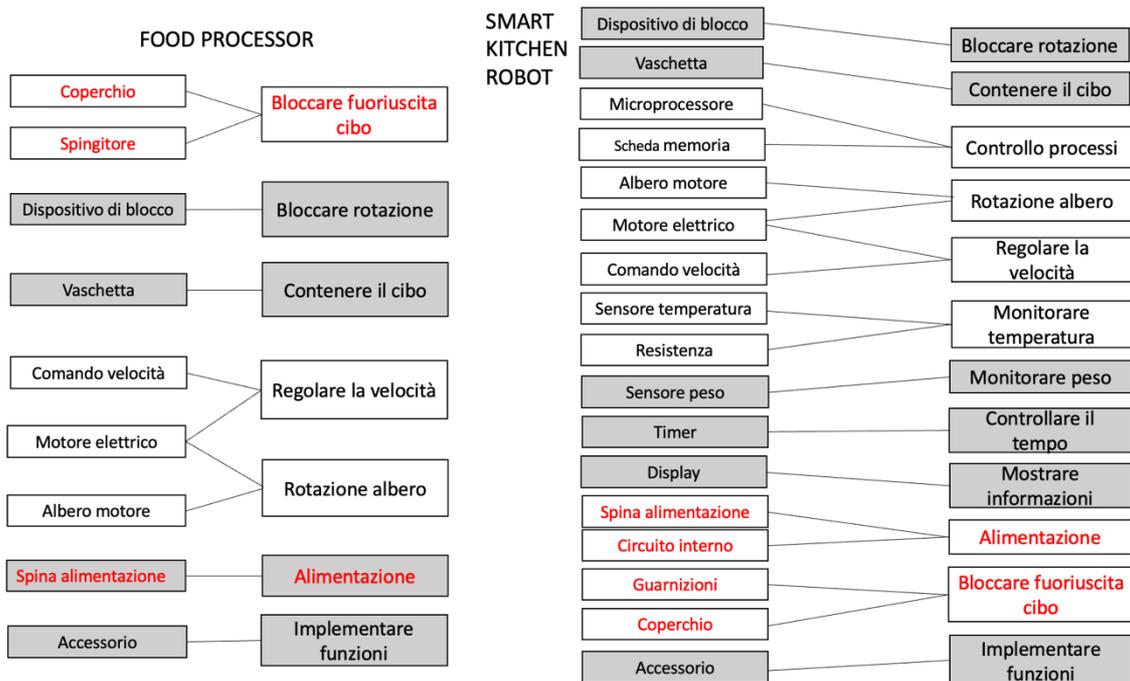


Figura 42: Confronto tra l'architettura di un food processor e quella di uno smart kitchen robot

Le architetture dei prodotti dell'ultimo caso studio sono molto semplici, come evidenziato anche dai *block diagrams* riportati nel capitolo 3. Nonostante ciò, si può comunque apprezzare la spiccata modularità del compact disc. Osservando la figura 43 infatti è possibile notare come ogni componente del prodotto abilita, da solo, una specifica funzione.

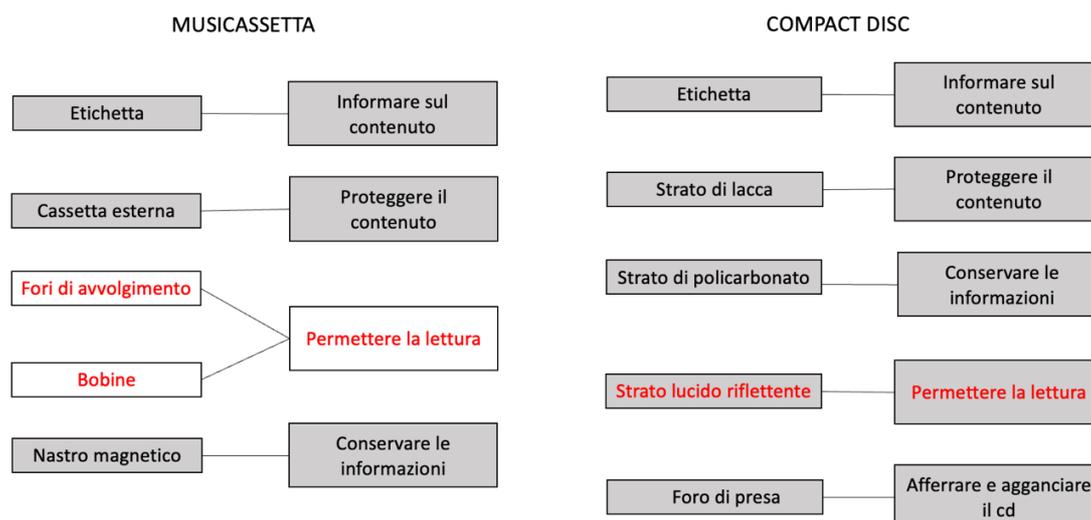


Figura 43: Confronto tra l'architettura di una musicassetta e di un compact disc

In tutti e tre i casi, confrontando i prodotti di una stessa coppia, si vedono modificate le relazioni tra i componenti, ma solo nell'ultimo scenario, quello della musicassetta e del compact disc, cambia anche la tecnologia alla base del prodotto. Servendosi quindi della teoria di Henderson e Clark (1990), le prime due innovazioni vengono classificate come architetture e la terza come radicale (tabella 4).

Caso studio	Tipo di innovazione
Frigorifero tradizionale e smart	Architetture
Food processor e smart kitchen robot	Architetture
Musicassetta e compact disc	Radicale

Tabella 4: Riassunto dei tipi di innovazione riscontrati nei casi studio

L'applicazione del modello di Abernathy e Utterback (1975) ha permesso di analizzare lo stato delle tecnologie prese in esame. Innanzitutto, si è osservato che il mercato del frigorifero tradizionale ha raggiunto la sua maturità e che è emerso un design dominante. Al contrario, per il suo successore, non si può dire che un'architettura sia emersa rispetto alle altre e il mercato si trova, infatti, ancora in una fase fluida. Per quanto riguarda il secondo caso studio invece non si possono trarre molte conclusioni se non che la tecnologia degli *smart kitchen robot* sia a uno stadio di diffusione ancora iniziale. Vale

invece una considerazione diametralmente opposta per i due prodotti del terzo caso: i mercati di musicassette e compact disc hanno infatti visto l'emergere di un design dominante. Inoltre, il loro arco diffusivo si è concluso e le vendite sono praticamente azzerate.

Un'evidenza generale che si trova anche dall'applicazione del modello è che le performance dei prodotti digitali sono migliori di quelle dei prodotti precedenti e che questo salto è stato immediato e coincidente con l'entrata sul mercato, in tutti e tre i casi.

Infine, dall'osservazione del *diffusion rate* emergono alcune caratteristiche dell'arco diffusivo dei prodotti esaminati. Innanzitutto, si vede che in generale, la rapidità con cui la diffusione prosegue aumenta, e questo vale per entrambe le generazioni di prodotti.

Nel caso delle prime due coppie si vede anche che il primo *step*, ovvero il passaggio dall'entrata sul mercato al raggiungimento degli *innovators*, è senz'altro il più lungo e difficile da completare (*appendice, tabella 6,7*).

Paragonando i prodotti all'interno delle coppie, è evidente, tranne che nel secondo caso, dove la mancanza di dati impedisce il confronto, che il prodotto digitale si diffonda più velocemente del suo predecessore. La tabella 5 riporta i coefficienti di aumento del tasso di diffusione negli intervalli indicati nella teoria di Rogers (1983). Si nota un tasso più alto per il frigorifero *smart* rispetto a quello tradizionale, ma soprattutto si osserva che per il compact disc la velocità di diffusione è circa doppia rispetto a quella della musicassetta.

Tasso di diffusione raggiunto	Velocità media di aumento del tasso di diffusione - analogico	Velocità media di aumento del tasso di diffusione - digitale
	Frigorifero tradizionale	Frigorifero smart
2,5% - 16%	2,70%	3,38%
	Musicassetta	Compact disc
0% - 2,5%	3,38%	6,75%
2,5% - 16%	17%	34%
16% - 50%	8,5%	17%

Tabella 5: Velocità di aumento del tasso di diffusione nel primo e nel terzo caso studio

Nel secondo capitolo, approfondendo la modularità delle architetture è stato sottolineato come questa influenzi radicalmente anche il settore industriale della categoria di prodotto e l'organizzazione interna delle imprese. Secondo Baldwin e Clark (1997) la tendenza è quella di muoversi verso una maggior modularità, adottandola sia nei processi aziendali, sia nella fase di *design*. Questi cambiamenti, soprattutto nei settori ad alto tasso tecnologico, hanno velocizzato molto il tasso con cui nuove innovazioni vengono messe sul mercato. La modularità permette infatti di implementare i moduli di un'architettura singolarmente, gestendo così un alto grado di complessità. Inoltre, Galvin in uno studio del 1999 collega il grado di modularità del prodotto con il suo potenziale diffusivo. Si potrebbe quindi ipotizzare che la maggior modularità delle architetture nei prodotti digitali non influenzi solo il settore, ma anche il processo diffusivo, più rapido rispetto a quello dei prodotti analogici.

4.2 Limiti e sviluppi futuri

È importante evidenziare alcuni limiti che questa ricerca presenta, dettati principalmente dalla scarsità di dati a disposizione per alcuni prodotti dei casi presi in esame.

Le curve del modello di Abernathy e Utterback (1975) sono state realizzate con dati ottenuti tramite ricerca secondaria. Questo implica che non sempre fossero disponibili per ogni prodotto e per ogni periodo di tempo considerato. In particolare, per le curve che rappresentano l'andamento dell'*industry*, la scarsità dei dati ha precluso la possibilità di realizzazione di una curva vera e propria, come previsto dal modello. La stessa considerazione è valida per il *diffusion rate* dello *smart kitchen robot* per il quale non è stato possibile costruire una curva e valutare quindi la velocità di diffusione del prodotto.

Un set di dati più completo permetterebbe di colmare alcune lacune presenti in questo lavoro. Inoltre, come anticipato nel sotto capitolo precedente, al presente studio qualitativo potrebbero essere affiancate delle analisi statistiche quantitative sull'influenza della modularità dei prodotti digitali sulla loro diffusione.

Infine, analizzando il *diffusion rate* di un campione più numeroso di prodotti, si potrebbero cercare le basi fondamentali per ricostruire un modello diffusivo specifico per i prodotti digitali.

Bibliografia

- Bass, F. M.** (1969). A new product growth for model consumer durables. *Management science*, 215-227.
- Bass, Krishnan, Jain** (1994). Why the Bass model fits without decision variables. *Marketing science*.
- Bass, Norton** (1987). A diffusion theory model of adoption and substitution for successive generations of high-technology products. *Management science*, Vol. 33, No. 9, 1069-1086.
- Benkler, Yochai** (2006). The Wealth of Networks: How Social Production Transforms Markets and Freedom. . *Journal of Media Economics*.
- Blackwell, Miniard, Engel** (2001). *Consumer behavior*. Worth, Texas: Dryden press.
- Cebon, Hauptman, Shekhar** (2008). Modularity and the product lifecycle. *International journal of technology management*.
- Challis, L.** (1991). A review of current cassette tapes. *Electronics Australia* .
- Chang, Aung** (2022). Design and Implementation of a Smart Refrigerator: A Case Study. In *Cold Chain Management* (p. 137-151).
- Christensen, C. M.** (1997). *The Innovator's Dilemma*. Boston: Harvard Business School Press.
- Christensen, C. M.** (2015). What is disruptive innovation? *Harvard Business review*.
- Christensen, Suarèz, Utterback** (1998). Strategies for survival in fast-changing industries. *Management science*.
- Clark, Baldwin** (2022). The option value of modularity in design. *Harvard NOM research paper*.
- Clark, Baldwin** (1997). Managing in an age of modularity. *Harvard business review*.
- Clark, Henderson.** (1990). Architectural Innovation: The Reconfiguration of Existing Product Technologies and the Failure of Established Firms . *Administrative Science Quarterly*, 9-30.
- Cusumano, Suarèz, Kahl.** (2006). Product, process and services: a new industry lifecycle model. *MIT, Sloan school of management* .
- Ebbeson, Lund** (2019). Understanding digital innovation from a layered architectural perspective. *Technology innovation management review*.
- Eppinger, Ulrich.** (2016). *Product design and development*. McGraw-Hill.

- Farrell, Besen.** (1994). Choosing How to Compete: Strategies and Tactics in Standardization. *Journal of Economic Perspectives*, 117-131.
- Frascati.** (2015). *Manuale* . OECD.
- Galvin, P.** (1999) Product modularity, information structures and the diffusion of innovation. *International journal of technology management*. 467-479.
- Gnibba-Yukawa, Decker** (2009). Sales forecasting in high technology markets: a utility based approach. *Journal of product innovation management*.
- Gold, Bohner** (2015). The Influence of the Marketing Mix on the Diffusion of Innovation: Bass Model Redux.
- Goodwin, Dyussekeneva, Meeran** (2011). The use of analogies in forecasting the annual sales of new electronics products. *Journal of management mathematics*. 407-422.
- Greenstein, David** (1990). The economics of compatibility standards: an introduction to recent research. *Economics of innovation and new technology*.
- Guidolin, Guseo** (2013). Modelling seasonality in innovation diffusion. *Technological forecasting and social change*.
- Gupta, Rangaswamy** (2000). Innovation adoption and diffusion in the digital environment: some research opportunities.
- Guseo, Mortarino, Darda** (2014). Homogeneous and heterogeneous diffusion models: Algerian natural gas production. *Technological forecasting and social change*.
- Huang, Chun-Che** (2000). Overview of Modular Product Development. *Proceedings of the National Science Council, Republic of China*, 149-165.
- Keese, B.** (2006). Clean energy, a strong economy, and a healthy environment.
- Krechmer, K.** (2000). The Fundamental Nature of Standards: Technical Perspective. *IEEE Communications Magazine*, 70.
- Lee, Bremmaor** (2002). The impact of heterogeneity and ill-conditioning on diffusion model parameter estimates. *Marketing science, Vol. 21*, 209-220.
- Leeflang, Verhoef, Dahlstrom** (2014). Challenges and solutions for marketing in a digital era. *European Management Journal*, 1-12.
- Mansfield, E.** (1961, Ottobre). Technological change and rate of imitation. *The econometric society, Vol. 29*, 741-766.
- McMillan, Mauri** (1999). The influence of technology on strategic alliances: an application of Utterback and Abernathy model of product and process innovation. *International journal of innovation management* .
- Milner, G.** (2009). *Perfecting sound forever: the story of recorded music*.

- Montagna, Cantamessa** (2023). *Management of innovation and product development*. Springer.
- Moore, G. A.** (1991). *Crossing the chasm*. Harper business essentials.
- Moore, G. A.** (2014). *Crossing the chasm*. Harper business.
- Offer, Bowden** (1994). Household appliances and the use of time: the United States and Britain since the 1920s. *Economic history review*, Vol. 47, 725-748.
- Roberson.** *77 tapes lab rated*, 1983. Audio.
- Roberts E. B.** (1987). *Generating technological innovation*. Oxford University press
- Rogers, E.** (1983). *Diffusion of innovations*. The free press: a division of Macmillaman publishing Co., Inc.
- Soh, Pek-Hooi** (2010). Network patterns and competitive advantage before the emergence of a dominant design. *Strategic management journal*, 438-461.
- Srinivasan, Lilien, Rangaswamy** (2006). The emergence of dominant designs. *Journal of marketing*, Vol 70. 1-17.
- Suarèz, Grodal, Gotsopoulos** (2015). Perfect timing? Dominant category, dominant design, and the window of opportunity for firm entry. *Strategic management journal*.
- Tushman, Anderson** (1990). Technological Discontinuities and Dominant Designs: A Cyclical Model of Technological Change . *Administrative Science Quarterly*, 604-633.
- Ulrich, K.** (1995). The role of product architecture in the manufacturing firm. *MIT, Sloan school of management*.
- Utterback, Abernathy** (1975). A dynamic model of process and product innovation. *International journal of management science*.
- Utterback, Suarèz** (1995). Dominant designs and the survival of the firms. *Strategic management journal*.
- Verhulst, P.** (1838). Notice sur la loi que la population poursuit dans son accroissement. *Correspondance Math'ematique et Physique*.
- Weiser, Farrell** (2003). Modularity, vertical integration and open access policies: towards a convergence of antitrust and regulation in the internet age. *Harvard Journal of Law & Technology*, 86-134.
- Woodlock, Fourt** (1960, Ottobre). Early prediction of market success for new grocery products. *Journal of marketing*.

Yoo, Lyytinen, Henfridsson (2010). The New Organizing Logic of Digital Innovation: An Agenda for Information Systems Research. *Information systems research*. 724-735.

Zhou, Yang, Lu (2023). *Research on the identification and formation mechanism of the path of digital technology diffusion: empirical evidence from China*. School of management, Xi'an university of architecture and technology.

Zittrain, J. (2006). The Generative Internet. *Harvard Law Review*, 1975-2040.

Statistical abstract of the United States. (1990). United States Census Bureau.

Cosa abbiamo perso con la scomparsa delle musicassette. (2017, Maggio 16). *La Stampa*.

Stereo review, 1986

Sitografia

Tratto da Geopop: <https://www.geopop.it/come-funziona-un-frigorifero-e-quali-sono-i-suoi-componenti/>

Tratto da Haier-europe: Haier-europe.com

Tratto da kitchenaid: <https://www.kitchenaid.com/100year/history.html>

Tratto da vorwerk: <https://www.vorwerk.com/it/it/c/home/idee-e-ricette/magazine/bimby/mondo-bimby/bimby-tm5-recensione>

Acea. Tratto da <https://www.acea.it/guide/consumo-frigorifero>

Bonappetit. Tratto da www.bonappetit.com

Centrepompidou. Tratto da www-centrepompidou.frk

compact disc digital audio. Tratto da wikipedia: https://it.wikipedia.org/wiki/CD_Audio

Foodcook. Tratto da www.foodcook.net

Globaldata. Tratto da www.golabaldata.com

Greenstyle. Tratto da <https://www.greenstyle.it/quanto-consuma-frigorifero-379121.html>

Haier. (2019). *Haier smart home group listing document*.

Hiendpassion. Tratto da blogspot: www.hiendpassion.blogspot.it

Kenwoodworld. Tratto da www.kenwoodworld.com

Kitchenaid. Tratto da www.kitchenaid.it/informazioni-su-kitchenaid

La storia del frigorifero attraverso gli anni. Tratto da LG:
<https://www.lg.com/it/magazine/storia-del-frigorifero/?srsltid=AfmBOorO-sVfs57JgbDJh84H-N8swMe11vua2361pX6QtVxYVpnXCLxk>

lifewire. Tratto da <https://www.lifewire.com/smart-refrigerator-4158327>

Mediaworld-magazine. Tratto da mediaworld: www.mediaworld.magazine.it

Magimix. Tratto da www.magimix.it

Moulinex. Tratto da www.moulinex.it

Patentinspiration. Tratto da www.patentinspiration.com

Recording industry association of America. Tratto da <https://www.riaa.com/reports/>

Red Book CD Format Explained. Tratto da travsonic audio production:
<https://www.travsonic.com/red-book-cd-format/>

Smartcucina. Tratto da <https://smartcucina.it/migliori-frigoriferi-classe-a/>

Statista. Tratto da www.statista.com

Vorwerk. Tratto da www.Vorwerk.com

Whirlpool corporation. Tratto da Wikipedia:
https://it.wikipedia.org/wiki/Whirlpool_Corporation

Appendice

Tasso di diffusione raggiunto	Intervallo di tempo [anni]: frigorifero tradizionale	Intervallo di tempo [anni]: frigorifero smart
2,5%	13	19
16%	5	4
50%	4	

Tabella 6: Tasso di diffusione raggiunto nel tempo da frigorifero tradizionale e smart

Tasso di diffusione raggiunto	Intervallo di tempo [anni]: food processor	Intervallo di tempo [anni]: smart robot
2,5%	29	
16%	19	
50%	3	

Tabella 7: Tasso di diffusione raggiunto nel tempo da food processor e smart kitchen robot

Tasso di diffusione raggiunto	Intervallo di tempo [anni]: musicassetta	Intervallo di tempo [anni]: compact disc
2,5%	0	1
16%	4	2
50%	2	1

Tabella 8: Tasso di diffusione raggiunto nel tempo da musicassetta e compact disc