

# Controllo della velocità di trasmissione per il video IP

Velocità di trasmissione media (ABR), velocità di trasmissione variabile (VBR) e velocità di trasmissione massima (MBR)

Marzo 2023

# Sommario

Un controller della velocità di trasmissione è un meccanismo che monitora la velocità di trasmissione del video codificato e determina se sia necessario ridurla. È possibile utilizzare diverse strategie per ottenere una velocità di trasmissione idonea alla larghezza di banda e alle capacità di archiviazione del sistema video. Questo documento tecnico presenta e confronta le tre strategie, o metodi di controllo della velocità di trasmissione, utilizzate più comunemente nel video di rete da Axis: ABR, VBR e MBR. L'appendice descrive brevemente il metodo CBR, molto utilizzato da altri produttori di sistemi video di rete.

- **ABR (Average Bitrate, velocità di trasmissione media)** è un metodo sofisticato di controllo della velocità di trasmissione, concepito per migliorare la qualità video mantenendo lo spazio di archiviazione entro i limiti del sistema. Anche se il suo obiettivo principale non è risparmiare larghezza di banda, il metodo ABR mantiene un budget di velocità di trasmissione nel tempo: a un flusso video viene assegnato un determinato spazio di archiviazione e il controller ABR adatta la qualità video in modo che l'intero flusso ne rispetti i limiti.

Poiché ABR monitora costantemente la velocità di trasmissione corrente, la telecamera tiene traccia dello spazio di archiviazione consumato e stima continuamente la velocità di trasmissione target, in modo da garantire una qualità video ottimale per l'intero periodo. Lo spazio di archiviazione non utilizzato per i periodi precedenti e meno attivi può essere utilizzato per mantenere alta la qualità video nei periodi successivi e più attivi, rispettando il budget di velocità di trasmissione. ABR funziona con i flussi registrati in modo continuo senza periodi di pausa programmati. È supportato dai prodotti Axis con chip ARTPEC e versione software 9.40 o successiva, su cui ABR funge da complemento ottimale alla tecnologia Zipstream.

- **VBR (Variable Bitrate, velocità di trasmissione variabile)** è la strategia più semplice di controllo della velocità di trasmissione. Pur offrendo i vantaggi di una qualità video costante e senza compromessi, ha un importante svantaggio: lo spazio di archiviazione necessario può essere imprevedibile. Il movimento o altri eventi nella scena possono far aumentare notevolmente le dimensioni del flusso video e la velocità di trasmissione. Dunque, un sistema che utilizza VBR deve prevedere ampi margini di spazio di archiviazione per tali occasioni.
- **MBR (Maximum Bitrate, velocità di trasmissione massima)** è una strategia che mantiene la velocità di trasmissione sempre al di sotto di un valore specificato, indipendentemente dalla complessità della scena video. Mentre la velocità di trasmissione può superare momentaneamente il limite, MBR assicura che la velocità di trasmissione media rimanga al di sotto. La limitazione della velocità di trasmissione si svolge senza considerare gli effetti sulla qualità d'immagine, che in genere si riduce a livello complessivo. Maggiore è la differenza tra la velocità di trasmissione effettiva e il limite impostato, più si rischia di perdere dettagli importanti per uso forense. Se si seleziona accuratamente il limite, MBR è in grado di proteggere con efficacia un sistema da picchi superflui di velocità di trasmissione ed evitare perdite di dati causate da limitazioni dello spazio di archiviazione o da una scarsa connettività di rete.

Se il sistema di archiviazione, la rete e il sistema di gestione video hanno capacità illimitate, VBR offre la migliore qualità d'immagine. In un sistema con limitazioni di capacità, la qualità video può rimanere alta selezionando accuratamente il livello di compressione e utilizzando MBR con un limite di velocità di trasmissione elevato. Nella maggior parte dei casi, però, probabilmente la scelta migliore è utilizzare ABR configurando anche un limite MBR. Questa combinazione può garantire una qualità video ottimale anche in condizioni della scena variabili: se il limite MBR è sufficientemente alto, qualsiasi degradazione della velocità di trasmissione viene segnalata.

# Sommario

1	Introduzione	4
2	Nozioni fondamentali sul controllo della velocità di trasmissione	4
2.1	Strategie per ridurre le informazioni	4
2.2	Standard di codifica video	5
2.3	Controllo della velocità di trasmissione e Zipstream	5
3	Velocità di trasmissione media (ABR)	6
3.1	Controllo della velocità di trasmissione con piano di consumo	6
3.2	Configurazione di ABR	7
3.3	ABR e Zipstream	7
3.4	Prodotti che supportano ABR	7
4	Velocità di trasmissione variabile (VBR)	8
5	Velocità di trasmissione massima (MBR)	8
6	Dettagli sul controllo della velocità di trasmissione: comportamento e limitazioni	9
6.1	ABR	9
6.2	VBR – scene e impostazioni	11
6.3	MBR – scene e impostazioni	12
7	Impostazioni video che influenzano la velocità di trasmissione	13
8	Controllo della velocità di trasmissione: confronto	14
9	Appendice 1: Constant Bitrate (CBR)	14

# 1 Introduzione

Un controller della velocità di trasmissione è un meccanismo che monitora la velocità di trasmissione del video codificato e determina se sia necessario ridurla. È possibile utilizzare diverse strategie per ottenere una velocità di trasmissione idonea alla larghezza di banda e alle capacità di archiviazione del sistema video.

Questo documento tecnico presenta i metodi di controllo della velocità di trasmissione utilizzati sui prodotti video di rete Axis: ABR, VBR e MBR. Ne descrive e confronta l'idoneità per vari tipi di scene ed elenca i parametri che influenzano l'efficienza di ciascun metodo. L'appendice descrive brevemente il metodo CBR, molto utilizzato da altri produttori di sistemi video di rete.

## 2 Nozioni fondamentali sul controllo della velocità di trasmissione

La maggior parte dei sistemi di sicurezza ha limitazioni di capacità. Per poter utilizzare al meglio le risorse di archiviazione, la larghezza di banda o entrambe, un sistema di sicurezza necessita di un meccanismo che limiti e controlli la quantità di informazioni generate dai dispositivi per lo streaming video. Questo meccanismo è il controllo della velocità di trasmissione.

### 2.1 Strategie per ridurre le informazioni

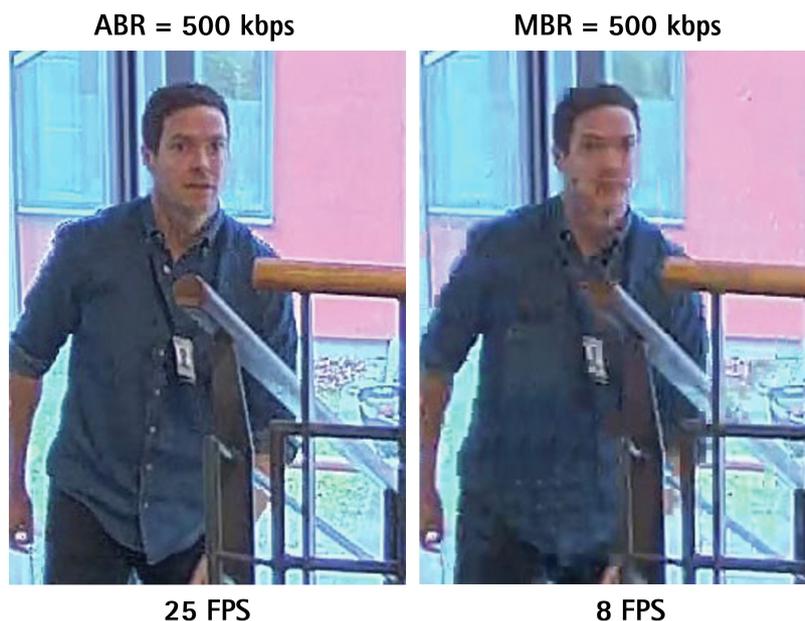
Il controllo della velocità di trasmissione è strettamente correlato al processo di codifica video, che converte il video grezzo (con una velocità di trasmissione estremamente alta) in un video pronto per il trasporto o l'archiviazione (con una velocità di trasmissione adatta all'applicazione). L'algoritmo di codifica identifica e rimuove le informazioni superflue e conferisce al flusso video un formato ottimale. Simultaneamente, un ciclo di controllo – il controller della velocità di trasmissione – monitora la velocità di trasmissione in uscita e determina la quantità di informazioni da ridurre. La velocità di trasmissione desiderata deve essere ottenuta applicando la strategia di controllo prescelta: questo si realizza principalmente attraverso una regolazione dinamica della qualità video.

Esistono molti metodi per regolare la velocità di trasmissione garantendo al tempo stesso che il video soddisfi costantemente le aspettative di qualità. Tuttavia, la maggior parte degli algoritmi richiede un input manuale preventivo e non si adatta automaticamente alle condizioni variabili della scena. Configurare la velocità di trasmissione nelle situazioni di sorveglianza è complicato e richiede tempo, perché l'archiviazione ha un costo e il sistema di sorveglianza deve poter funzionare in modo continuativo senza supervisione.

I metodi più comuni di controllo della velocità di trasmissione sono MBR (Maximum Bitrate) e CBR (Constant Bitrate), che applicano il limite di velocità selezionato ma riducono molto anche la qualità video utile a scopo forense. ABR (Average Bitrate) è una strategia di controllo più sofisticata, che riduce al minimo le configurazioni necessarie e consente di ottenere una qualità video ottimale senza supervisione.

Per confrontare ABR e MBR, la seguente figura illustra due immagini tratte dal video di una grande scena con molto movimento. Il video è stato codificato con un limite di velocità di trasmissione di 500 kbps e con metodi di controllo della velocità diversi – ABR a sinistra e MBR a destra. La qualità d'immagine e la velocità in fotogrammi sono nettamente più elevate con ABR, perché questo metodo consente una velocità di trasmissione istantanea molto più alta (circa 4000 kbps) in un breve periodo con movimento, in una scena altrimenti molto poco movimentata. Il controller ABR ha un budget di spazio di archiviazione

che consente una velocità di trasmissione più alta in caso di necessità, mentre l'algoritmo MBR non offre questa flessibilità.



*Figure 1. Immagini tratte dal video di una grande scena con molto movimento. La qualità d'immagine e la velocità in fotogrammi sono nettamente più elevate con ABR, perché questo metodo consente una velocità di trasmissione istantanea molto più alta (circa 4000 kbps) in un breve periodo con movimento, in una scena altrimenti molto poco movimentata.*

## 2.2 Standard di codifica video

In genere, una velocità di trasmissione maggiore implica una migliore qualità video, ma alcuni algoritmi di codifica sono più efficienti di altri. Gli algoritmi dei codificatori video sono raggruppati per standard di codifica. In genere, rispetto alla generazione precedente, ogni generazione successiva riesce a comprimere maggiormente il video a parità di velocità di trasmissione. Oggi, lo standard di codifica video più comune è H.264/AVC. L'ultima versione, H.265/HEVC, non è ancora adottata diffusamente nella sorveglianza, soprattutto per la sua complessità, le limitate prestazioni con una scarsa illuminazione e alcune questioni inerenti le licenze.

## 2.3 Controllo della velocità di trasmissione e Zipstream

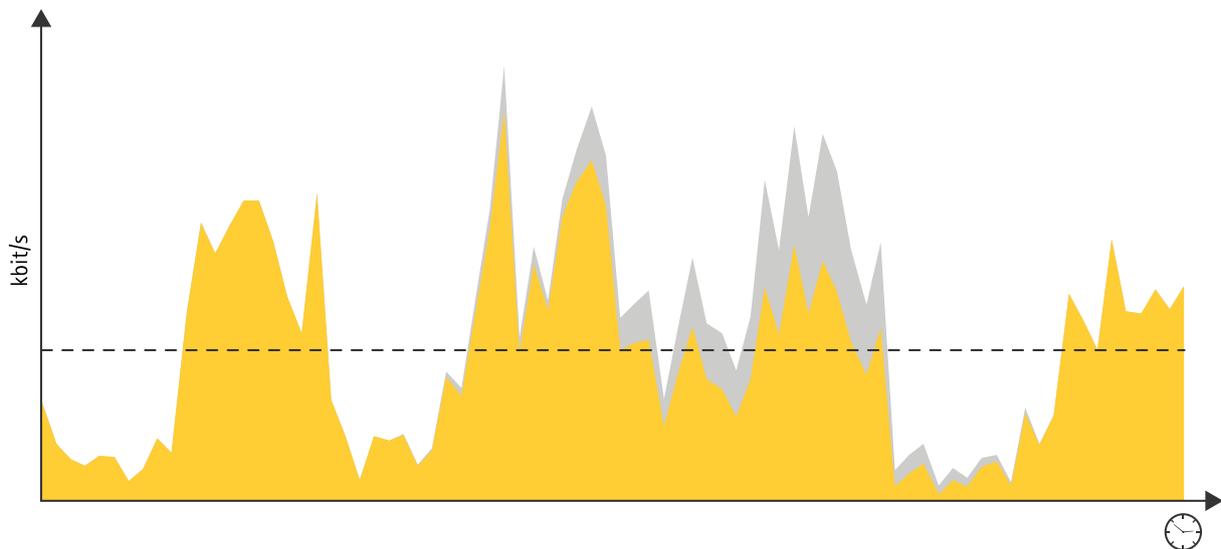
La tecnologia Axis Zipstream implementa un codificatore video compatibile con un'efficienza notevolmente superiore ai codificatori standard. Diversamente dalla maggior parte delle tecnologie che permettono di risparmiare velocità di trasmissione, Zipstream non applica un semplice limite a tale parametro. Al contrario, algoritmi intelligenti fanno in modo che le informazioni rilevanti a scopo forense siano identificate e preservate localmente e ad alta qualità, riducendo maggiormente altre parti per diminuire la velocità di trasmissione media. Questo significa che, anche se il codificatore video utilizza l'algoritmo Zipstream per stabilire le parti dell'immagine in cui risparmiare bit, un algoritmo di controllo della velocità di trasmissione aiuta ad applicare la strategia.

### 3 Velocità di trasmissione media (ABR)

ABR è un sofisticato metodo di controllo della velocità di trasmissione che offre la qualità video ottimale evitando di aumentare lo spazio di archiviazione designato per ogni telecamera. Configurando il tempo e lo spazio di archiviazione assegnato a livello della telecamera, l'algoritmo integrato monitora e adatta costantemente i parametri di compressione video, effettuando previsioni affidabili dello spazio di archiviazione senza sacrificare la qualità d'immagine.

#### 3.1 Controllo della velocità di trasmissione con piano di consumo

ABR controlla la velocità di trasmissione in base al budget di velocità di trasmissione configurato nelle impostazioni della telecamera. A un flusso video viene assegnato un determinato di spazio di archiviazione e il controller ABR della telecamera adatta la qualità in modo da far rientrare il video dell'intero periodo nel budget. Poiché ABR monitora costantemente la velocità di trasmissione, la telecamera tiene traccia dello spazio di archiviazione consumato e stima continuamente la velocità di trasmissione target, in modo da garantire una qualità video ottimale per l'intero periodo. Lo spazio di archiviazione non utilizzato per i periodi precedenti e meno attivi può essere utilizzato per mantenere alta la qualità video nei periodi successivi e più attivi, rispettando il budget totale di velocità di trasmissione.



*Figure 2. Con ABR, è possibile mantenere una qualità d'immagine elevata durante i picchi grazie ai risparmi ottenuti nei periodi precedenti e meno attivi. È necessario rispettare la velocità di trasmissione impostata, mediata in un periodo di tempo prestabilito.*

L'algoritmo ABR esegue i calcoli in base all'andamento nel tempo della velocità di trasmissione e regola automaticamente il livello di compressione per rispettare lo spazio di archiviazione target. Il livello di compressione (determinato dal parametro di quantizzazione QP) ha effetti diretti sulla qualità d'immagine. Se però ABR viene configurato realisticamente, ottimizza la qualità rimanendo sempre entro i limiti di spazio di archiviazione.

ABR viene configurato per ogni flusso. L'andamento nel tempo della velocità di trasmissione è unico per ogni configurazione di flusso con la stessa serie di parametri. L'algoritmo continua a funzionare anche se un flusso si scollega temporaneamente o se la telecamera viene riavviata.

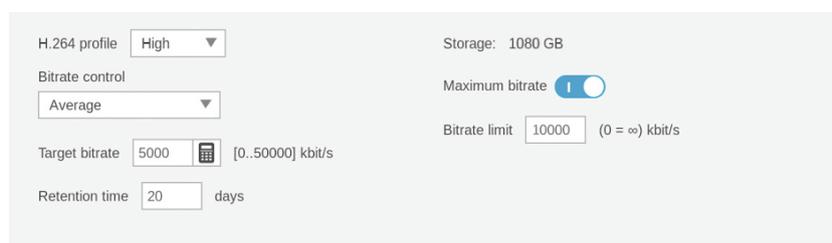
ABR può essere utilizzato per tutti i tipi di applicazioni e sistemi con registrazione continua senza periodi di pausa programmati.

## 3.2 Configurazione di ABR

Se si configura ABR con un budget di larghezza di banda eccessivamente limitato, il controller segnala la degradazione della velocità di trasmissione tramite il sistema di eventi della telecamera. Questi eventi possono essere monitorati da qualsiasi software che registra gli eventi delle telecamere e genera notifiche per il proprietario del sistema. L'interfaccia utente della telecamera ha un calcolatore integrato della velocità di trasmissione che agevola la configurazione. È possibile ottenere stime più affidabili e precise dello spazio di archiviazione con lo strumento online AXIS Site Designer, che calcola le impostazioni ottimizzate per la telecamera e il caso d'uso specifico.

Tra le impostazioni da configurare:

- retention time (tempo di archiviazione)
- storage o target bitrate (spazio di archiviazione o velocità di trasmissione target, il calcolatore esegue una conversione tra i due valori)
- maximum bitrate (velocità di trasmissione massima; facoltativa, può essere utilizzata per combinare la velocità di trasmissione media con un limite massimo di velocità)



The screenshot shows a configuration interface for ABR. On the left, there are settings for 'H.264 profile' (set to 'High'), 'Bitrate control' (set to 'Average'), 'Target bitrate' (set to '5000' kbit/s), and 'Retention time' (set to '20' days). On the right, there are settings for 'Storage' (1080 GB), 'Maximum bitrate' (a toggle switch that is turned on), and 'Bitrate limit' (set to '10000' kbit/s, with '(0 = ∞) kbit/s' as an option).

Figure 3. Interfaccia di configurazione della telecamera con calcolatore della velocità di trasmissione e opzione per aggiungere il limite MBR.

Una nuova API VAPIX per la configurazione di ABR consentirà a tutti i produttori di sistemi di gestione video di implementare questa configurazione direttamente nel sistema. Il modo migliore di gestire le limitazioni di capacità è da un punto centrale del sistema, controllando il budget totale di spazio di archiviazione. Anche lo strumento AXIS Device Manager supporta la configurazione automatica e coordinata di ABR su più telecamere.

## 3.3 ABR e Zipstream

ABR funziona molto bene con Axis Zipstream, senza condizionarne le modalità di intervento né l'intensità di compressione. L'algoritmo Zipstream continua a risparmiare larghezza di banda nelle aree non prioritarie dell'immagine, mentre ABR consente di sfruttare i risparmi apportati da Zipstream in futuro, quando possono verificarsi picchi temporanei di larghezza di banda nella scena. I risparmi offerti dagli algoritmi FPS dinamico e GOP dinamico possono essere utilizzati in seguito per aumentare il valore forense delle immagini.

## 3.4 Prodotti che supportano ABR

ABR è supportato dai prodotti Axis con chip ARTPEC-5, ARTPEC-6, ARTPEC-7 e ARTPEC-8 e versione software 9.40 o successiva.

## 4 Velocità di trasmissione variabile (VBR)

VBR è la strategia più semplice di controllo della velocità di trasmissione. Pur offrendo i vantaggi di una qualità video costante e senza compromessi, ha un importante svantaggio: lo spazio di archiviazione necessario può essere imprevedibile. Questo perché il movimento o altri eventi nella scena possono far aumentare notevolmente le dimensioni del flusso video e la velocità di trasmissione. Dunque, un sistema che utilizza VBR deve prevedere un certo margine di spazio di archiviazione per tali occasioni.

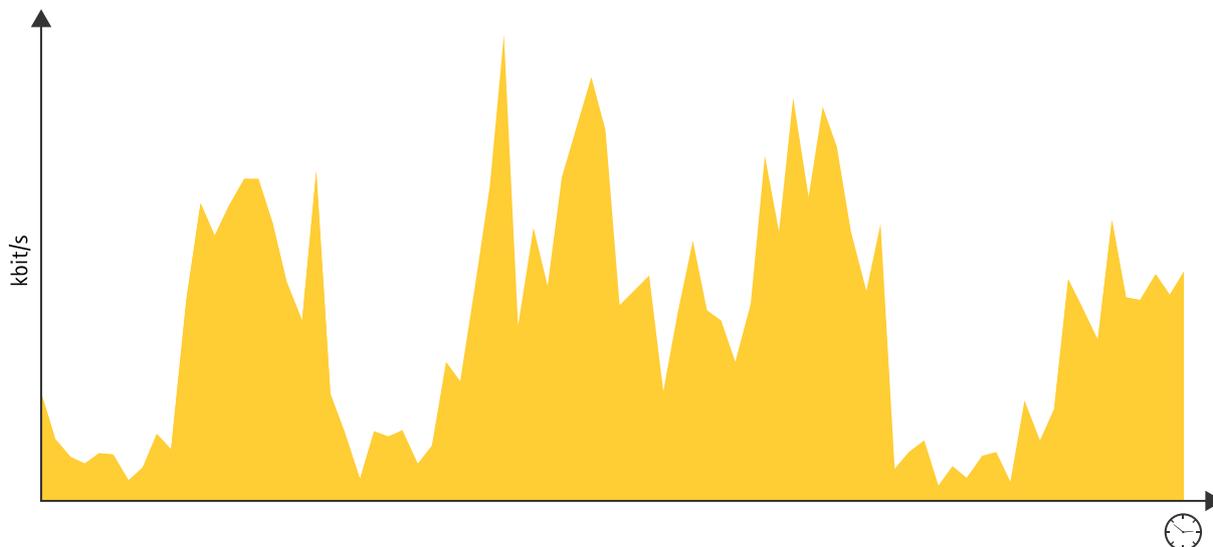


Figure 4. Con VBR, la velocità di trasmissione può variare: il risultato è una qualità d'immagine senza compromessi, ma anche uno spazio di archiviazione impossibile da prevedere.

## 5 Velocità di trasmissione massima (MBR)

MBR garantisce che la velocità di trasmissione rimanga al di sotto di un limite prestabilito, indipendentemente dalla complessità della scena video. Se la velocità di trasmissione supera il limite, MBR aumenta semplicemente la compressione video per ridurre la velocità di trasmissione. Questa operazione si svolge senza considerare gli effetti sulla qualità d'immagine, che in genere si riduce a livello complessivo. Maggiore è la differenza tra la velocità di trasmissione effettiva e il limite impostato, più si rischia di perdere dettagli importanti per uso forense a causa della maggiore compressione.

Si noti che MBR consente alla velocità di trasmissione di superare momentaneamente il limite. La velocità di trasmissione media nel tempo sarà inferiore al limite.

MBR viene utilizzato ampiamente sui dispositivi di videosorveglianza. Spesso, purtroppo, il limite di velocità di trasmissione viene preimpostato su un valore molto basso: il risultato è una qualità video inferiore a quella ottimale nelle scene complesse. Anche la maggior parte degli strumenti di calcolo dello spazio di archiviazione basa i calcoli su un limite MBR basso; questo significa che i consulenti di sicurezza e gli integratori che progettano i sistemi di videosorveglianza con questi strumenti possono creare sistemi che hanno uno spazio di archiviazione insufficiente per le registrazioni di video di alta qualità.

L'algoritmo MBR non è concepito principalmente per risparmiare molto spazio, ma piuttosto per evitare grandi perdite di dati. Se si seleziona accuratamente il limite, MBR è in grado di proteggere con efficacia un sistema da picchi superflui di velocità di trasmissione ed evitare perdite di dati causate da limitazioni dello spazio di archiviazione o da una scarsa connettività di rete.

In passato, l'algoritmo MBR utilizzato sui prodotti Axis era detto CBR (Constant Bitrate). Per i dettagli su CBR, vedere l'appendice.

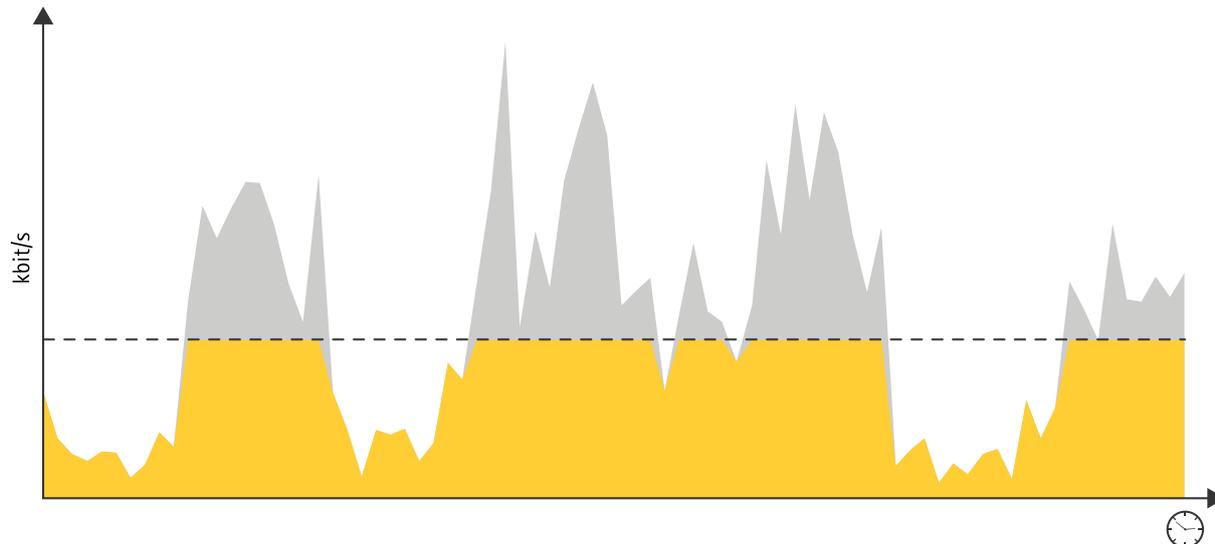


Figure 5. In questo caso, MBR è configurato con un limite di velocità di trasmissione piuttosto basso. Lo spazio di archiviazione necessario è prevedibile, ma le perdite di informazioni possono essere notevoli nelle scene complesse.

## 6 Dettagli sul controllo della velocità di trasmissione: comportamento e limitazioni

Per ogni metodo di controllo esistono impostazioni specifiche che influenzano la velocità di trasmissione. Alcune parti della configurazione potrebbero essere complesse e non sembrare totalmente logiche: questo è dovuto a circostanze che riguardano la cronologia delle API Axis, l'implementazione di sistemi di vecchia generazione e la retrocompatibilità con le applicazioni dei Partner esistenti. Anche altri parametri di immagine più generici, come la velocità in fotogrammi, la risoluzione, le impostazioni WDR e i parametri della telecamera influenzano la velocità di trasmissione. Alla fine di questo capitolo vengono descritte le procedure per ottimizzare la velocità di trasmissione da una telecamera in modo da ottenere la migliore qualità per bit.

Nei seguenti sottocapitoli si utilizza il termine "scena poco complessa" per descrivere una scena di sorveglianza totalmente statica o con poco movimento. Una scena molto complessa contiene in genere molto movimento in varie direzioni, ma può anche essere una scena statica in cui una telecamera PTZ (Pan-Tilt-Zoom) si sposta in una nuova posizione.

### 6.1 ABR

#### 6.1.1 Scene e impostazioni

ABR non è concepito principalmente per risparmiare larghezza di banda, ma per migliorare la qualità video evitando al tempo stesso di superare i limiti di spazio di archiviazione del sistema. Questo metodo funziona con flussi registrati in modo continuo senza periodi di pausa programmati. ABR è implementato come algoritmo MBR con regolazione automatica dei parametri per raggiungere la velocità di trasmissione media impostata in un determinato periodo di tempo.

Per trovare un bilanciamento corretto tra qualità e velocità di trasmissione, l'algoritmo ABR necessita di un periodo di 24 ore con variazioni della scena normali. ABR non elimina o memorizza le registrazioni: controlla semplicemente la configurazione del budget, dunque è importante che le impostazioni dell'unità di registrazione corrispondano a questa configurazione.

Una scena poco complessa produce un flusso con una velocità di trasmissione bassa, ma appena si verifica un evento che aumenta la complessità, la velocità di trasmissione raggiunge un livello più alto.

Una scena molto complessa produce un flusso con una velocità di trasmissione elevata. Tuttavia, se il controller calcola che lo spazio di archiviazione impostato a lungo termine può essere a rischio, la qualità visiva può degradarsi e, se strettamente necessario, anche la velocità in fotogrammi può ridursi. Un superamento temporaneo è consentito. Tutta la velocità di trasmissione risparmiata in precedenza può essere utilizzata per preservare i dati più importanti in una fase successiva, se il budget di velocità di trasmissione lo consente. Combinando ABR con un limite MBR ragionevole, le condizioni della scena estreme non sovraccaricheranno un dispositivo di registrazione, un lettore video o una rete debole. In casi estremi, potrebbe essere superato il limite di spazio di archiviazione; questo, però, dovrebbe verificarsi solo se lo spazio di archiviazione o la velocità di trasmissione target selezionati non sono realistici. Vedere la sezione sugli eventi di seguito.

Impostazioni che influenzano ABR:

- Il livello di compressione definisce la qualità necessaria per il video. Un livello di compressione più basso offre una qualità video migliore, ma genera anche una velocità di trasmissione più alta. Un livello di compressione più alto riduce la velocità di trasmissione, ma anche la qualità video.
- Il tempo di archiviazione determina il periodo (in giorni) per il quale salvare le registrazioni.
- Lo spazio di archiviazione o la velocità di trasmissione target determinano il limite per tale periodo. Il calcolatore esegue una conversione automatica tra i due valori.
- La velocità di trasmissione massima definisce un limite (superiore) da applicare facoltativamente oltre al limite di velocità di trasmissione media, per evitare di sovraccaricare un collegamento di rete o un'unità di registrazione.
- La lunghezza GOP configura la lunghezza del parametro GOP (Group of Pictures) utilizzato per il video. Con una lunghezza GOP più bassa, gli I-frame sono più frequenti, dunque aumenta la velocità di trasmissione. Con una lunghezza GOP più alta, il numero di I-frame diminuisce e la velocità di trasmissione si riduce. Se la lunghezza GOP è troppo alta, la funzione di ricerca nel video registrato sarà più complicata, perché dovrà fare riferimento a un I-frame per rappresentare i P-frame successivi. Inoltre, in caso di perdite di dati, gli artefatti visivi permangono, perché solo gli I-frame vengono aggiornati totalmente.

### 6.1.2 Eventi ABR

Se la qualità del flusso è inferiore alle previsioni, ABR può generare un evento per avvisare l'operatore. Questa funzione può essere utilizzata per attivare eventi nell'interfaccia web ("Average bitrate degradation", degradazione velocità di trasmissione media) ed è presente anche nel flusso di eventi. Utilizzando il flusso di eventi, è possibile distinguere tra vari casi:

- `low_bitrate` (velocità di trasmissione bassa) – budget ABR troppo alto  
La velocità di trasmissione è nettamente inferiore alle previsioni; dunque, non viene utilizzato tutto lo spazio di archiviazione.
- `low_quality` (qualità bassa) – qualità prevista flusso video ABR bassa  
La qualità video è stata adattata più del previsto e non soddisfa gli standard Axis.

- `very_low_quality` (qualità molto bassa) – qualità prevista flusso ABR insufficiente  
Caso simile a `low_quality` (qualità bassa), ma la qualità è stata ridotta molto più del previsto e la qualità video è insufficiente.
- `high_bitrate` (velocità di trasmissione alta)– ABR non conforme all'obiettivo, spazio di archiviazione insufficiente  
La velocità di trasmissione è superiore alle previsioni e viene utilizzato più spazio di archiviazione di quanto desiderato.
- `abr_error` (errore abr) – trigger ABR unificato (stesso trigger di eventi dell'interfaccia web). Indica che si è verificata la condizione `low_quality`, `very_low_quality` o `high_bitrate` (qualità bassa/molto bassa o velocità di trasmissione alta).

Per ricevere l'evento, il software di registrazione (software di gestione video) deve essere predisposto per ABR e in grado di ricevere, elaborare e visualizzare l'evento correttamente.

Per maggiori dettagli su ABR , consultare la documentazione VAPIX disponibile per i partner ADP Axis e i membri della Axis Developer Community (eseguire l'accesso su [www.axis.com/partners/adp-partnerprogram](http://www.axis.com/partners/adp-partnerprogram) o [www.axis.com/developer-community](http://www.axis.com/developer-community)).

## 6.2 VBR – scene e impostazioni

Le telecamere di rete Axis sono conformi allo standard H.264 level 4.1, il quale definisce che la velocità di trasmissione massima consentita è pari a 50 Mbit/s. Questo significa che, anche in modalità VBR, la velocità di trasmissione deve essere limitata a 50 Mbit/s per garantire la conformità con altri sistemi. Dunque, la qualità e/o la velocità in fotogrammi potrebbero essere ridotte nei video che necessiterebbero di una velocità di trasmissione superiore a 50 Mbit/s.

Una scena poco complessa genera un flusso con una velocità di trasmissione bassa, ma appena si verifica un evento che aumenta la complessità, la velocità di trasmissione raggiunge un livello più alto.

Una scena molto complessa genera un flusso con una velocità di trasmissione elevata. In condizioni estreme, la velocità di trasmissione può sovraccaricare un dispositivo di registrazione, un lettore video o una rete debole. Se l'infrastruttura è insufficiente, si perdono pacchetti, i fotogrammi video vengono danneggiati o i flussi si interrompono.

Impostazioni che influenzano VBR:

- Il livello di compressione definisce la qualità necessaria per il video. Un livello di compressione più basso offre una qualità video migliore, ma genera anche una velocità di trasmissione più alta. Un livello di compressione più alto riduce la velocità di trasmissione, ma anche la qualità video.
- La lunghezza GOP configura la lunghezza del parametro GOP (Group of Pictures) utilizzato per il video. Con una lunghezza GOP più bassa, gli I-frame sono più frequenti, dunque aumenta la velocità di trasmissione. Con una lunghezza GOP più alta, il numero di I-frame diminuisce e la velocità di trasmissione si riduce. Se la lunghezza GOP è troppo alta, la funzione di ricerca nel video registrato sarà più complicata perché dovrà fare riferimento a un I-frame per rappresentare i P-frame successivi. Inoltre, in caso di perdite di dati, gli artefatti visivi permangono, perché solo gli I-frame vengono aggiornati totalmente.

### 6.3 MBR – scene e impostazioni

L'algoritmo MBR è stato concepito per mantenere il consumo di larghezza di banda di un video al di sotto di un limite prestabilito. Se la configurazione viene eseguita correttamente, tenendo in considerazione limiti realistici, sia la larghezza di banda a breve termine che quella a lungo termine rimangono inferiori a questo limite. Poiché sulle telecamere Axis non viene applicato il bit padding, le velocità di trasmissione effettive possono essere nettamente inferiori al limite.

L'algoritmo MBR reagisce velocemente alle variazioni della scena per limitare il più possibile i picchi di velocità di trasmissione. Tuttavia, poiché l'obiettivo di MBR è offrire un flusso di alta qualità ai decodificatori software capaci di accettare brevi picchi di velocità di trasmissione, sono consentiti superamenti temporanei perché neutralizzano i cali indesiderati della qualità.

Tenere presente che c'è una differenza temporale tra la misurazione della velocità di trasmissione riportata in sovrapposizione e la velocità di trasmissione su cui agisce il controller. Quando queste misurazioni differiscono, il controller della velocità di trasmissione può occasionalmente applicare un frame drop. Poiché il controller funziona sia con la velocità di trasmissione a lungo termine che con quella istantanea, la sovrapposizione non può spiegare da sola tutti i cali di qualità o velocità in fotogrammi.

Nelle scene poco complesse, la velocità di trasmissione è bassa. Se la complessità è bassissima, la velocità di trasmissione può essere nettamente inferiore al limite selezionato. Se la complessità aumenta in qualche misura, la qualità visiva si degrada. I superamenti a breve termine sono molto limitati.

Per le scene molto complesse, la qualità visiva si degrada e la velocità in fotogrammi viene ridotta se necessario. Le frequenti variazioni della scena possono comportare piccoli superamenti (in ampiezza e tempo); in questo caso viene applicato il frame drop per garantire un picco minimo di velocità di trasmissione.

Parametri che influenzano MBR:

- Il livello di compressione definisce la migliore qualità possibile per il video. Un livello di compressione più basso offre una qualità video migliore, ma anche una velocità di trasmissione possibile più alta. Una compressione maggiore riduce la velocità di trasmissione, ma anche la qualità video, e la velocità di trasmissione può essere inferiore rispetto a quella impostata come target.
- La velocità di trasmissione target definisce il valore massimo da raggiungere (in kbit/s).
- La lunghezza GOP configura la lunghezza del parametro GOP (Group of Pictures) utilizzato per il video. Con una lunghezza GOP più bassa, gli I-frame sono più frequenti, dunque aumenta la velocità di trasmissione. Con una lunghezza GOP più alta, il numero di I-frame diminuisce e la velocità di trasmissione si riduce. Se la lunghezza GOP è troppo alta, la funzione di ricerca nel video registrato sarà più complicata, perché dovrà fare riferimento a un I-frame per rappresentare i P-frame successivi. Inoltre, in caso di perdite di dati, gli artefatti visivi permangono, perché solo gli I-frame vengono aggiornati totalmente.

Per il controller della velocità di trasmissione è anche possibile impostare la priorità, assegnandola alla qualità, alla velocità in fotogrammi o a nessuna delle due. Questo riconfigura alcuni parametri interni del controller. L'opzione "qualità" offre la migliore qualità visiva in qualsiasi momento, il più delle volte a spese della velocità in fotogrammi. L'opzione "velocità in fotogrammi" può comportare una qualità visiva inferiore, dando priorità alla velocità in fotogrammi.

## 7 Impostazioni video che influenzano la velocità di trasmissione

La seguente tabella illustra i parametri e le opzioni che possono essere modificati per influenzare la velocità di trasmissione di un video.

Tabella 7.1 Parametri video e opzioni.

1. Codec	Nel software di gestione video, selezionare il codificatore video H.264 o H.265 (oppure MJPEG).
	<p>Abilitare Zipstream</p> <p>Configurare l'intensità Zipstream: Media</p> <p>Consenti Dynamic GOP (se supportato dal software di gestione video)</p> <p>Consenti FPS dinamico (se supportato dal software di gestione video)</p>
2. Risoluzione video	Nel software di gestione video, selezionare la risoluzione video
	Alta definizione (720p)
	Full HD (1080p)
	4K o superiore
3. Velocità in fotogrammi	Nel software di gestione video, selezionare la velocità in fotogrammi (fotogrammi al secondo)
4. Livello di compressione	25: qualità superiore allo standard Axis
	30: compressione standard Axis
	35: qualità inferiore allo standard Axis
5. Modalità del controller della velocità di trasmissione	ABR (compreso limite MBR se necessario)
	MBR
	VBR
6. Lunghezza GOP dinamica	Definisce il numero di P-frame tra ogni I-frame. Una lunghezza GOP maggiore consente di risparmiare più spazio di archiviazione, ma rende l'accesso casuale più dispendioso in termini di tempo.
7. Parametri di immagine	Configurare le impostazioni di immagine che influenzano la velocità di trasmissione: WDR, contrasto locale, mappatura tonale, stabilizzatore elettronico dell'immagine, saturazione, nitidezza, contrasto, ecc.
8. Parametri della modalità notturna	Regolare i parametri della modalità notturna per ridurre il rumore video di notte: Velocità otturatore massima, guadagno massimo, ... I prodotti con Lightfinder 2 possono regolare la riduzione del rumore: filtro rumore temporale, filtro rumore spaziale.
9. Illuminazione/vista scena	Aggiungere l'illuminazione notturna, oppure ricomporre la scena con uno zoom o spostando la telecamera per evitare gli oggetti complessi superflui nel video. Utilizzare le privacy mask per coprire le aree con movimento o non interessanti.

## 8 Controllo della velocità di trasmissione: confronto

La seguente tabella riepiloga i metodi di controllo della velocità di trasmissione, confrontando il loro impatto sulla qualità video e sullo spazio di archiviazione, le necessità di configurazione/manutenzione e la disponibilità di notifiche.

Tabella 8.1 Confronto tra le strategie di controllo della velocità di trasmissione.

Metodo	Archiviazione	Qualità	Necessità di configurazione	Necessità di manutenzione	Notifiche automatiche
VBR	-	+++	Nessuna	Monitoraggio sistema di archiviazione (può essere automatizzato)	Dal sistema di archiviazione
MBR	+	Imprevedibile	Basse	Qualità d'immagine, attività manuale	Non disponibile
CBR	+	Imprevedibile	Basse	Qualità d'immagine, attività manuale	Non disponibile
ABR	++	++	Medie	Degradazione della velocità di trasmissione, può essere segnalata	Degradazione velocità di trasmissione
ABR + MBR	++ (+++)	++	Medie	Imprevedibile	Degradazione velocità di trasmissione

Se il sistema di archiviazione, la rete e il sistema di gestione video hanno capacità illimitate, VBR offre la migliore qualità d'immagine. In un sistema con limiti di capacità, la qualità video può rimanere alta selezionando accuratamente il livello di compressione e utilizzando MBR con un limite di velocità di trasmissione elevato. Nella maggior parte dei casi, però, probabilmente la scelta migliore è utilizzare ABR configurando anche un limite MBR. Questa combinazione può garantire una qualità video ottimale anche in condizioni della scena variabili: se il limite MBR è sufficientemente alto, qualsiasi degradazione della velocità di trasmissione viene segnalata.

## 9 Appendice 1: Constant Bitrate (CBR)

Il metodo di controllo CBR ha la funzione di mantenere costante la velocità di trasmissione in uscita da un codificatore. Poiché viene consumata costantemente alla stessa velocità, la velocità di trasmissione non si evolve nel tempo e deve rimanere fissa sul valore desiderato, indipendentemente da quanto accade nel video. CBR è utile per trasmettere contenuti multimediali su canali a capacità fissa, ad esempio supporti rotanti. È stato concepito per il settore video consumer per garantire una riproduzione continua.

CBR non è ottimale per l'archiviazione perché può contenere dati di riempimento e spazio di archiviazione di scarto, che non offrono vantaggi per la qualità video. Se il video non è sufficientemente complesso da sostenere la velocità di trasmissione target, il codificatore può colmare lo spazio inutilizzato eseguendo il bit padding, ovvero riempiendo il flusso con bit vuoti che non hanno effetti sul video.

CBR può favorire grandi variazioni di qualità, seppure brevi, mentre il controller della velocità di trasmissione adatta i parametri alla nuova scena.

Per le scene a bassa complessità, la velocità di trasmissione rimane al valore target con l'aiuto del bit padding. Se la complessità aumenta in qualche misura, la qualità visiva si degrada. I superamenti a breve termine sono molto limitati.

Per le scene ad alta complessità, la qualità visiva si degrada e la velocità in fotogrammi viene ridotta se necessario. Le frequenti variazioni della scena possono comportare superamenti (grandi in ampiezza ma per breve tempo); in questo caso viene applicato il frame drop per garantire un picco minimo di velocità di trasmissione.

Parametri che influenzano CBR:

- Il livello di compressione definisce la migliore qualità possibile per il video. Un livello di compressione più basso offre una qualità video migliore ma anche una velocità di trasmissione possibile più alta. Una compressione più alta riduce la velocità di trasmissione, ma anche la qualità video.
- La velocità di trasmissione target definisce il valore da raggiungere (in kbit/s).
- La lunghezza GOP configura la lunghezza del parametro GOP (Group of Pictures) utilizzato per il video. Con una lunghezza GOP più bassa, gli I-frame sono più frequenti, dunque aumenta la velocità di trasmissione. Con una lunghezza GOP più alta, il numero di I-frame diminuisce e la velocità di trasmissione si riduce. Se la lunghezza GOP è troppo alta, la funzione di ricerca nel video registrato sarà più complicata perché dovrà fare riferimento a un I-frame per rappresentare i P-frame successivi. Inoltre, in caso di perdite di dati, gli artefatti visivi permangono, perché solo gli I-frame vengono aggiornati totalmente.
- Per il controller della velocità di trasmissione è anche possibile impostare la priorità, assegnandola alla qualità, alla velocità in fotogrammi o a nessuna delle due. Questo riconfigura alcuni parametri interni del controller. L'opzione "qualità" offre la migliore qualità visiva in qualsiasi momento, il più delle volte a spese della velocità in fotogrammi. L'opzione "velocità in fotogrammi" può comportare una qualità visiva inferiore, dando priorità alla velocità in fotogrammi.

I prodotti Axis non utilizzano CBR, perché il bit padding non viene mai eseguito. MBR è il metodo disponibile più simile a CBR, ma senza l'aggiunta superflua di bit vuoti. Con MBR, la velocità di trasmissione può invece scendere al di sotto del target nelle scene poco complesse.

# Informazioni su Axis Communications

Axis consente un mondo più intelligente e più sicuro creando soluzioni per migliorare la sicurezza e le prestazioni aziendali. Come società di tecnologie di rete e leader nel settore, Axis offre soluzioni nella videosorveglianza, controllo degli accessi, interfono e sistemi audio. Queste sono ottimizzate da applicazioni di analisi intelligente e supportate da formazione di alta qualità.

Axis ha circa 4.000 impiegati dedicati in più di 50 paesi e collabora con partner di tecnologia e integrazione di sistema in tutto il mondo per offrire soluzioni di clienti. Fondata nel 1984, Axis e con sede a Lund, in Svezia