



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI BRESCIA

ESAME DI STATO DI ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE
(Lauree Specialistiche D.M. 509/99 - Lauree Magistrali D.M. 270/04 - Lauree Vecchio Ordinamento)

SEZIONE A - Seconda sessione 2019

PRIMA PROVA SCRITTA DEL 14 NOVEMBRE 2019

SETTORE DELL'INFORMAZIONE

Tema n. 1:

Nell'ambito della realizzazione di sistemi per l'acquisizione, l'elaborazione e la trasmissione della informazione, il candidato descriva in modo approfondito e discuta criticamente una delle seguenti tematiche (si indichi chiaramente la tematica prescelta all'inizio dell'elaborato):

- Principi di funzionamento dei convertitori analogico-digitali e digitali-analogico, incluse le diverse soluzioni realizzative e le principali caratteristiche metrologiche;
- Principali principi di trasduzione e differenti soluzioni tecnologiche per la realizzazione di sensori;
- Vantaggi e svantaggi delle diverse soluzioni elettroniche digitali per l'elaborazione delle informazioni.

Tema n. 2:

Nell'ambito della realizzazione di sistemi per la trasmissione e la ricezione dell'informazione, il candidato descriva in modo approfondito le tecnologie e metodologie elettroniche, informatiche e di telecomunicazioni che possono essere utilizzate, facendo riferimento a una o più delle seguenti tematiche:

- Principali tipologie, aspetti fondamentali e problematiche relative alla propagazione guidata;
- Aspetti fondamentali, problematiche e applicazioni relative all'utilizzo di trasformate sui dati multimediali;
- Principali tipologie, aspetti fondamentali e problematiche relative alle reti di telecomunicazione senza fili.

Tema n. 3:

Nell'ambito della realizzazione di sistemi per l'acquisizione, l'elaborazione e la trasmissione dell'informazione, il candidato descriva in modo approfondito le tecnologie e le metodologie elettroniche, informatiche e di telecomunicazioni applicabili, facendo riferimento a una o più delle seguenti tematiche (si indichi chiaramente la tematica prescelta all'inizio dell'elaborato):

- Tecnologie e architetture di riferimento di un Sistema Informativo Direzionale;
- Tecnologie e metodologie per la progettazione e implementazione di applicazioni Web data-intensive;
- Tecnologie per la progettazione e realizzazione di sistemi CRM (Customer Relationship Management), facendo riferimento alla catena del valore di Porter.



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI BRESCIA

ESAME DI STATO DI ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE
(Lauree Specialistiche D.M. 509/99 - Lauree Magistrali D.M. 270/04 - Lauree Vecchio Ordinamento)

SEZIONE A - Seconda sessione 2019

SECONDA PROVA SCRITTA DEL 22 NOVEMBRE 2019

SETTORE DELL'INFORMAZIONE

Classi di laurea appartenenti al settore:

LM/32 - Ingegneria informatica;

LM/29 - Ingegneria elettronica;

LM/27 - Ingegneria delle telecomunicazioni.

Tema n. 1 (classe LM/27 – Ingegneria delle telecomunicazioni):

Un'industria metallurgica produce dei cilindretti di metallo di una lega speciale adatta per usi odontoiatrici. Questi cilindretti, all'incirca di diametro 1cm e lunghezza 4cm, vengono commercializzati a peso in scatole da circa 500 pezzi. Per produrli, la lega fusa viene versata in stampi grezzi cilindrici, che sono poi raffreddati successivamente in azoto liquido. I cilindretti risultanti sono infine rettificati piuttosto grossolanamente mediante un procedimento veloce ed economico. Il processo produttivo ha una significativa probabilità di lasciare dei difetti superficiali. I difetti, quando presenti, sono essenzialmente di due tipi: delle concavità circolari di diametro circa 0.5-1mm, dovute alla presenza di bolle d'aria negli stampi, e dei solchi trasversali (quindi in direzione parallela alle superfici di base), causati invece dalla rettificazione. Dato che l'utilizzo finale dei cilindretti ne prevede la rifusione, tali difetti sono considerati funzionalmente accettabili in quanto non inficiano le caratteristiche fisiche della lega.

Tuttavia, per questioni puramente di marketing, si è deciso di fare il possibile per scartare il maggior numero possibile di cilindri difettosi dalle confezioni, per poi poterli riprocessare. Come prima soluzione, si sono incaricati degli addetti al setaccio manuale su grandi tavoli, alimentati da appositi nastri trasportatori, ma tale operazione risulta imprecisa e molto affaticante per gli operatori a causa della monotonia. Si vuole dunque esplorare una soluzione automatizzata. A tale scopo sono a disposizione e si possono utilizzare: a) speciali nastri trasportatori che consentono sia lo spostamento dei cilindretti a velocità lineare costante sia la contemporanea rotazione degli stessi a velocità angolare costante; b) fotocamere e lampade di luce bianca a basso consumo per l'acquisizione di immagini; c) un pistoncino comandabile che spinge i cilindretti difettosi dal nastro trasportatore in un apposito secchio raccoglitore; d) un sistema computerizzato per l'elaborazione delle immagini acquisite e l'azionamento del pistoncino.

Si richiede al candidato di:

- 1) ideare e descrivere l'architettura del sistema complessivo di cernita dei cilindretti, evidenziando nel dettaglio le caratteristiche funzionali richieste dai singoli componenti e specificando i meccanismi d'interazione tra di essi, citando anche le tecnologie adatte per la loro interconnessione. In particolare specificare un ritmo operativo (numero di cilindretti analizzati nell'unità di tempo) obiettivo che sia adeguato alle esigenze e ottenibile dal sistema proposto;
- 2) proporre una tecnica di elaborazione di immagini adatta all'applicazione e al ritmo obiettivo e descriverla dettagliatamente;

- 3) discutere le caratteristiche di un eventuale software gestionale da sviluppare per gestire e monitorare il processo di cernita, specialmente riguardo alle misure/informazioni che si considera desiderabile che vengano fornite;
- 4) proporre l'acquisto di eventuali componenti aggiuntivi per il miglioramento delle prestazioni del sistema, evitando tuttavia che il costo complessivo del sistema cresca eccessivamente.

Tema n. 2 (classe LM/32 - Ingegneria informatica):

Il candidato descriva la progettazione di massima delle componenti di un sistema informativo via Web, che consenta l'acquisto e la fruizione dei servizi online della piattaforma di una pay-tv. Il sistema informativo deve includere la visualizzazione della guida TV, completa di tutti i canali previsti dalla piattaforma, e di un catalogo di contenuti multimediali (serie TV e film) fruibili on-demand. I canali sono raccolti in gruppi tematici (canali relativi al calcio, canali relativi ad altri sport, cinema). I servizi offerti dalla piattaforma sono di due tipi: (a) visualizzazione in streaming di canali appartenenti ad un gruppo tematico (un servizio distinto per ogni gruppo di canali); (b) possibilità aggiuntiva di fruizione dei contenuti su dispositivi quali tablet o smartphone (solo se è stato già acquistato almeno un servizio del primo tipo). Gli utenti della pay-tv possono sottoscrivere un abbonamento. Ogni abbonamento può includere uno o più servizi offerti dalla piattaforma. I contenuti multimediali da catalogo possono invece essere acquistati separatamente. Il pagamento dell'abbonamento può avvenire tramite diversi canali, quali bonifico con domiciliazione bancaria, PayPal oppure carta di credito. L'acquisto on-demand di contenuti multimediali da catalogo invece può avvenire solo tramite PayPal o carta di credito, i cui dati vanno inseriti tra le informazioni di profilo dell'account personale dell'utente. Nella propria area riservata, l'utente può personalizzare il proprio abbonamento (aggiungendo o rimuovendo servizi), può associare al proprio account un massimo di due dispositivi mobili per la visualizzazione dei contenuti in streaming e può visualizzare lo stato dei pagamenti del proprio abbonamento.

Il candidato evidenzia debitamente i punti critici del sistema da realizzare, con particolare riferimento alle problematiche di sicurezza dei dati e gestione dei dati sensibili, problematiche di usabilità dell'applicazione, problematiche di qualità del servizio, sia in termini di disponibilità del servizio che di qualità dello streaming di contenuti multimediali.

Si richiede al candidato di:

- 1) stilare un piano di lavoro che specifichi le varie attività di progettazione che saranno svolte, quali competenze specifiche sono richieste da ciascuna di esse, in che ordine tali attività saranno svolte;
- 2) specificare le funzionalità che dovrà avere l'applicazione e progettare l'archivio dei dati sottostante, aiutandosi con l'uso di schemi e diagrammi;
- 3) specificare l'architettura di massima del sistema, sia per la memorizzazione e la corretta gestione di tutti i dati, sia per l'implementazione delle funzionalità;
- 4) descrivere quali tecniche intende adottare per svolgere una valutazione dell'applicazione dal punto di vista del funzionamento;
- 5) descrivere quali tecniche intende adottare per svolgere una valutazione dell'applicazione dal punto di vista dell'usabilità e della qualità del servizio;
- 6) stimare in termini di ore/uomo l'entità del lavoro da svolgere suddividendo tale entità per ciascuna fase del progetto ed indicando le professionalità necessarie per ciascuna fase.

Tema n. 3 (classe LM/29 - Ingegneria elettronica):

Un'azienda leader nel settore della realizzazione di Dispositivi di Protezione Individuale (DPI) ha deciso di sviluppare un nuovo sistema in grado di rilevare in maniera automatica se il DPI viene indossato o meno dall'operatore. Qualora il DPI non sia indossato, il sistema deve essere in grado di informare l'operatore di tale mancanza. Inoltre, tale sistema deve essere in grado di comunicare con il sistema informativo aziendale, in modo da avvisare il responsabile della sicurezza di eventuali inosservanze sull'utilizzo dei DPI e, in caso di necessità, arrestare le macchine operatrici. La nuova linea di occhiali da lavoro, SmartShield, sarà il primo DPI che l'azienda vuole dotare di sensori.

Il sistema di misura che l'azienda vuole realizzare per il monitoraggio è basato sulla rilevazione della temperatura del corpo umano e sulla rilevazione del battito cardiaco dell'operatore che indossa gli occhiali.

Il sistema di misura dovrà essere in grado di monitorare la temperatura ed il battito cardiaco dell'operatore durante tutta la giornata ad intervalli di tempo opportuni e di inviare i dati alla centralina tramite un sistema di trasmissione. Il range di temperatura che si vuole monitorare è da 0 °C a +50 °C. Qualora venga rilevata una temperatura inferiore ai 30°C e l'assenza di battito, il sistema dovrà inviare un segnale di allerta verso l'operatore e verso il sistema informativo aziendale

Il candidato si deve immedesimare nel progettista del sistema. Quindi,

- proponga uno schema a blocchi dell'intero sistema di misura specificando per ogni blocco le unità di misura in ingresso ed in uscita, e discuta criticamente le scelte effettuate in relazione alle specifiche del sistema, valutandone i pro ed i contro ed indicando le possibili alternative e perché non sono state scelte. Tale schema a blocchi dovrà includere anche il sistema di allerta verso l'operatore ed il sistema di alimentazione.

Con riferimento al punto precedente, il candidato:

- 1) definisca la tipologia del sensore di temperatura più adatta in base alle specifiche di progetto riportate e si motivi la scelta;
- 2) definisca la tipologia del sensore di misura del battito cardiaco più adatta in base alle specifiche di progetto riportate e si motivi la scelta;
- 3) proponga uno schema circuitale generale ma completo del circuito di elaborazione dei segnali di misura provenienti dai sensori e dello stadio di conversione analogico/digitale, descrivendo e motivando le scelte progettuali;
- 4) indichi le problematiche a cui i sensori potrebbero andare incontro nell'ambiente di utilizzo (analisi dei guasti), indicando i criteri con cui scegliere i sensori e le contromisure da adottare per garantirne comunque il corretto funzionamento;
- 5) indichi quale sistema di comunicazione rappresenta la soluzione ottimale (in termini di costo, complessità realizzativa e affidabilità) per il dispositivo;
- 6) definisca quale sistema può essere utilizzato per identificare la posizione dell'operatore in modo da correlare l'informazione fornita dai sensori con le varie fasi del processo produttivo ed indentificare quindi quando l'uso del DPI è necessario;
- 7) definisca quale sistema può essere utilizzato al fine di avvisare l'operatore della mancata presenza del DPI.



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI BRESCIA

ESAME DI STATO DI ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE
(Lauree Specialistiche D.M. 509/99 - Lauree Magistrali D.M. 270/04 - Lauree Vecchio Ordinamento)

SEZIONE A – Seconda sessione 2019

PROVA PRATICA DI PROGETTAZIONE DEL 06 DICEMBRE 2019

SETTORE DELL'INFORMAZIONE

Classi di laurea appartenenti al settore:

LM/32 - Ingegneria informatica;

LM/29 - Ingegneria elettronica;

LM/27 - Ingegneria delle telecomunicazioni.

Tema n. 1 (classe LM/32 - Ingegneria informatica):

Si vuole realizzare un'applicazione per un grosso supermercato, con lo scopo di consentire ai clienti di prenotare la propria spesa e ritirarla comodamente senza nemmeno scendere dall'auto. Il flusso logico dell'applicazione, denominata per brevità FastShop, deve prevedere i seguenti passaggi:

- a) Gli impiegati del supermercato pubblicano e aggiornano una lista di prodotti acquistabili tramite l'applicazione FastShop; i prodotti sono associati ad una categoria merceologica per consentirne la facile selezione da parte dei clienti; per ogni prodotto vengono inoltre specificati il nome, la marca, un'immagine del prodotto, il prezzo (eventualmente il prezzo al Kg per certe tipologie di prodotti);
- b) I clienti interessati al servizio ne usufruiscono accedendo all'applicazione FastShop, selezionando i prodotti desiderati e preparando la lista della spesa; per poter usufruire del servizio, ogni cliente deve aver effettuato in precedenza la registrazione all'applicazione sul portale del supermercato;
- c) La spesa è ritirabile da una serie di piazzole di consegna; quando si trova in prossimità del supermercato, un cliente può verificare facilmente le piazzole che sono libere al momento e può selezionarne una; immediatamente, il cliente viene associato alla piazzola e una stima dei tempi di arrivo (ottenuta tramite geo-localizzazione del dispositivo utilizzato per usare l'applicazione) viene trasmessa ai commessi incaricati della consegna;
- d) Gli addetti alle consegne sono costantemente informati sui clienti in arrivo alle piazzole e sulle spese da consegnare.

L'applicazione FastShop deve prevedere delle opportune interfacce per permettere agli impiegati del supermercato di gestire la lista dei prodotti acquistabili con il servizio, ai clienti di preparare e prenotare la propria lista della spesa, pagando con un semplice click, ed agli addetti alle consegne di tenere monitorata la situazione delle piazzole. È inoltre richiesta l'implementazione di tutti gli accorgimenti necessari per evitare comportamenti dannosi da parte dei clienti, così come tecniche per garantire la privacy e il corretto trattamento dei dati personali, la sicurezza dei pagamenti, la disponibilità del servizio.

Si richiede al candidato di:

- 1) Specificare i requisiti dell'applicazione FastShop; il candidato può aggiungere nuovi requisiti e raffinare i requisiti dati sulla base della propria esperienza e di ragionevoli ipotesi.

- 2) Proporre un progetto di massima del sistema informatico complessivo da realizzare sia a livello di architettura software che di architettura hardware.
- 3) Specificare lo schema dei dati richiesti per la realizzazione dell'applicazione.
- 4) Specificare, attraverso opportuni linguaggi grafici, i principali moduli SW e le interfacce utente dell'applicazione.
- 5) Discutere le tecniche da utilizzare per garantire la privacy e il corretto trattamento dei dati personali, la sicurezza dei pagamenti, la disponibilità del servizio.

Tema n. 2 (classe LM/29 - Ingegneria elettronica):

Un'azienda attiva da anni nel settore dello sviluppo di strumentazione per la Power Quality (PQ) è interessata a sviluppare un nuovo sistema di misura. La crescente presenza di impianti distribuiti per la produzione di energia rinnovabile, quali impianti fotovoltaici, e di sistemi per la ricarica di veicoli elettrici, introducono sempre maggiori distorsioni sulla rete di distribuzione elettrica dovuta alla massiccia presenza di convertitori AC/DC. Le future normative per la regolamentazione del mercato elettrico imporranno al distributore dell'energia elettrica vincoli stringenti sulla qualità dell'energia elettrica erogata, pena il pagamento di penali proporzionali ai disturbi presenti sulla rete. Si rendono pertanto necessari dei sistemi di misura in grado di identificare quantitativamente tali disturbi, sia ai fini di stima di tali penali che per identificare eventuali problemi sulla rete di distribuzione. La qualità della tensione erogata dalla rete di distribuzione è definita nella norma italiana CEI EN 50160. Pertanto, lo strumento che si vuole realizzare dovrà essere in grado di rilevare i disturbi definiti in tale normativa. In particolare, lo strumento che l'azienda vuole sviluppare dovrà essere in grado di misurare i seguenti parametri sulla rete di distribuzione in bassa tensione: frequenza di rete; distorsione armonica di tensione e di corrente; buchi di tensione; sovratensioni. Le definizioni ed i limiti che la norma CEI EN 50160 impone sono i seguenti:

La frequenza nominale di rete è di 50 Hz. In condizioni normali di esercizio e per sistemi con collegamento sincrono ad un sistema interconnesso, il valore medio della frequenza nominale misurato in un intervallo di 10 s deve essere compreso nell'intervallo:

- 50 Hz ± 1 % durante il 99.5% di un anno;
- 50 Hz [+4 %; -6 %] durante il 100% del tempo.

Un segnale di tensione si può scomporre nella componente fondamentale più le sue armoniche di frequenza multipla. In condizioni normali di esercizio, durante ciascun periodo di una settimana, il 95% dei valori efficaci di ogni singola tensione armonica, mediati sui 10 minuti, deve essere inferiore o uguale ai valori indicati nella Tabella. Inoltre la distorsione armonica totale (THD) della tensione (comprese tutte le armoniche fino al 40° ordine) deve essere inferiore o uguale all'8%.

Armoniche Dispari				Armoniche Pari	
<i>Non Multiple di 3</i>		<i>Multiple di 3</i>			
<i>Ordine h</i>	<i>Ampiezza relativa u_h</i>	<i>Ordine h</i>	<i>Ampiezza relativa u_h</i>	<i>Ordine h</i>	<i>Ampiezza relativa u_h</i>
5	6.0%	3	5.0%	2	2.0%
7	5.0%	9	1.5%	4	1.0%
11	3.0%	15	0.5%	6 ... 24	0.5%
13	2.0%	21	0.5%		
17	1.5%				
19	1.5%				
23	1.5%				

I buchi di tensione sono definiti come una riduzione temporanea della tensione efficace in un punto nel sistema di distribuzione elettrica al di sotto di una soglia di inizio specificata. La durata di un buco di tensione è definita come il tempo tra l'istante in cui la tensione efficace in un punto particolare della rete di distribuzione elettrica scende al di sotto della soglia di inizio e l'istante in cui risale fino alla soglia di fine (il valore efficace nominale della rete di distribuzione). La tensione residua del buco di tensione è il valore minimo della tensione

efficace registrato durante un buco di tensione. I valori di soglia, in funzione di cui vengono classificati i buchi di tensione, sono i seguenti:

- Tensione residua efficace:]90, 80] %;]80, 70] %;]70, 40] %;]40, 5] %;]5, 0] %;
- Durata: [10, 200] ms;]200, 500] ms;]500, 1000] ms;]1000, 5000] ms;]5000, 50000] ms

La sovratensione è definita come un aumento temporaneo della tensione efficace in un punto del sistema di distribuzione elettrica al di sopra di una soglia di inizio specificata. La durata della sovratensione è definita come il tempo tra l'istante in cui la tensione efficace in un punto della rete di distribuzione supera la soglia di inizio e l'istante in cui essa scende al di sotto della soglia di fine. La sovratensione inizia quando la tensione si alza oltre il 110% e finisce quando si riabbassa sotto il 110%. I valori di soglia, in funzione di cui viene classificata la sovratensione, sono i seguenti:

- Tensione efficace: [110, 120] %;]120, +∞] %;
- Durata: [10, 500] ms;]500, 5000] ms;]5000, 50000] ms

Lo strumento per la valutazione della qualità della tensione dovrà essere costituito da diverse sonde di misura che possono essere installate in diversi punti sulle linee di bassa tensione. Ogni sonda dovrà essere connessa alla rete in bassa tensione attraverso opportuni trasduttori. Le misure ottenute dai trasduttori dovranno essere processate localmente al fine di identificare i disturbi di tensione: variazione della frequenza nominale; armoniche; buchi di tensione; sovratensione. Lo strumento dovrà comunque essere in grado di fornire misure di potenza attiva e reattiva. I dati così ottenuti dovranno essere trasferiti in remoto per poter essere visualizzati e correlati.

Al candidato si chiede di:

- 1) Fornire lo schema a blocchi del circuito di condizionamento, elaborazione e trasmissione dell'informazione per la realizzazione dello strumento di misura, in modo da permettere l'identificazione dei disturbi di power quality sulla rete elettrica. Ogni blocco deve essere descritto nel dettaglio, identificando possibili soluzioni per la loro realizzazione.
- 2) Elencare, descrivere le tipologie di sensori di tensione e di corrente che possono essere utilizzati ai fini dell'acquisizione dei segnali di tensione e di corrente della rete di distribuzione in bassa tensione. Il sistema deve essere in grado di funzionare anche in un sistema tri-fase. Per semplicità, si dimensionerà il sistema per funzionare con tensioni di rete fino a 400 V e con correnti di rete di 32 A.
- 3) Dopo aver selezionato la tipologia di sensori da utilizzare per l'acquisizione della tensione e della corrente di rete (e quindi aver identificato il range di tensioni in ingresso ai terminali dello strumento), il candidato dovrà identificare quale tra i dispositivi ADC, di cui vengono forniti i datasheet, dovrà essere utilizzato per la realizzazione dello strumento. La scelta del convertitore dovrà essere motivata nel dettaglio. Il candidato dovrà anche definire la frequenza di campionamento dei segnali, motivando opportunamente tale scelta.
- 4) Fornire un'analisi della massima risoluzione che può essere ottenuta attraverso il dispositivo selezionato al punto 3) ed illustrare quali possono essere le tecniche che possono essere adottate per migliorare la risoluzione.
- 5) Valutare quali meccanismi di sincronizzazione temporale possono essere utilizzati al fine di poter permettere la correlazione tra i dati ottenuti da diverse sonde di misura distribuite sulla rete di distribuzione. Il candidato dovrà motivare la scelta della tecnologia da adottare in funzione dei requisiti richiesti dall'applicazione.
- 6) Identificare le modalità di interconnessione del convertitore ADC al sistema di elaborazione. Deve essere identificato il bus di comunicazione e descritto come integrare, anche a livello software, il convertitore al sistema di elaborazione.
- 7) Fornire lo schema circuitale dei vari blocchi che compongono il sistema di condizionamento e acquisizione di ognuno dei sensori previsti e dimensionare opportunamente i vari componenti (guadagno degli amplificatori, banda passante dei filtri, eventuali condensatori e resistori), considerando il range di funzionamento fornito al punto 2).
- 8) Descrivere attraverso uno o più diagrammi di flusso gli algoritmi per la stima dei parametri di power quality, utilizzando le informazioni fornite nell'introduzione.

- 9) Con riferimento all'architettura definita al punto precedente, identificare la tecnologia di comunicazione più adatta alla trasmissione delle informazioni (stimando la quantità di informazione da trasmettere), in grado di garantire la compatibilità con ulteriori sistemi di misura, per realizzare un sistema di monitoraggio integrato.
- 10) Descrivere una possibile interfaccia utente del sistema di monitoraggio complessivo, fornendo anche una descrizione di quali devono essere i dati aggregati da fornire all'utilizzatore del sistema di misura.
- 11) Indicare le principali criticità nella realizzazione di tale sistema e quali fasi dello sviluppo del prodotto potrebbero risultare bloccanti.

Tema n. 3 (classe LM/27 – Ingegneria delle telecomunicazioni):

Il satellite Mars Reconnaissance Orbiter (MRO) orbita intorno a Marte per agire come relay dei dati di telemetria trasmessi dai rover presenti sulla superficie marziana. Per comunicare con la Terra (downlink), MRO adopera principalmente l'antenna HGA (High Gain Antenna), usando una varietà di tecniche di modulazione digitali operanti con portante fissa a 8.439 GHz e una banda di trasmissione pari a 50 MHz. L'antenna è di tipo parabolico, di diametro 3 metri con coefficiente di efficienza d'area pari a 0.66, e potenza in trasmissione di 100W.

Sulla Terra, le 3 stazioni facente parte della DSN (Deep Space Network) sono collocate in modo che almeno una sia sempre in grado di ricevere le trasmissioni da Marte. Tuttavia, occultamenti da Marte stesso e altri progetti spaziali concomitanti limitano la disponibilità della DSN per MRO ad una finestra di trasmissione di 10 ore al giorno. Le antenne facenti parte della DSN sono tutte simili e hanno guadagno (ipotizzando puntamento perfetto) pari a 67.1 dBi. Sul lato ricevente, si assuma che la temperatura di rumore captata dall'antenna sia 10K. La circuiteria passiva che collega l'antenna ricevente al ricevitore (demodulatore) introduce un'attenuazione di 0.5dB lavorando alla temperatura ambiente di 290K.

Si assuma che a un dato istante la MRO sia ad una distanza di 100 milioni di Km dalla superficie terrestre. In queste condizioni, si desidera un bit-rate pari a 100kb/s con un BER di 10^{-6} utilizzando una modulazione QPSK. Si assuma che il rate del payload sia pari a circa il 32% del bit-rate, considerando che viene utilizzato un turbo-codice 1/3 e un semplice meccanismo di framing dei dati. Si richiede al candidato di:

- 1) Disegnare uno schema a blocchi complessivo dettagliato del sistema di telecomunicazioni tra MRO e la DSN. Riportare i dati del problema sui singoli blocchi dove lo si ritenga opportuno;
- 2) Calcolare la figura di rumore massima consentita al demodulatore per garantire che le specifiche sul bit-rate e sul BER siano rispettate;

Considerando ora che lo stato del trasmettitore possa variare, si richiede al candidato di:

- 3) Discutere i criteri di progetto da adottare per scegliere il bit-rate e la modulazione numerica associata, tenendo fisso il BER, al variare delle condizioni di trasmissione (distanza dalla Terra, sorgenti di rumore temporanee, ecc.).

Si consideri ora per semplicità che lo stato del trasmettitore cicli ogni 6 ore nel seguente modo: (a) bit-rate pari a 1Mb/s con turbo-codice 1/6 (rate del payload 15% del bit-rate); (b) la modalità con bit-rate 100kb/s discussa in precedenza; (c) bit-rate pari a 10 kb/s con codice esterno Reed-Solomon (255,239) e un codice interno convoluzionale (7,1/2). Tali cicli sono allineati casualmente con la finestra trasmissione di 10 ore al giorno verso la DSN. Si ipotizzi che il payload siano immagini non compresse di dimensione 1500x1500 pixels con 8 bpp. Si richiede al candidato di:

- 4) Determinare il numero medio di immagini trasmesse durante la finestra di trasmissione. Si trascuri il tempo di propagazione verso la Terra;
- 5) Dimensionare opportunamente il buffer di memoria dedicato alle immagini su MRO.

FEATURES

6 independent ADCs

True bipolar analog inputs

Pin-/software-selectable ranges: $\pm 10\text{ V}$, $\pm 5\text{ V}$

Fast throughput rate: 250 kSPS

iCMOS process technology

Low power

140 mW at 250 kSPS with 5 V supplies

Wide input bandwidth

86.5 dB SNR at 50 kHz input frequency

On-chip reference and reference buffers

Parallel, serial, and daisy-chain interface modes

High speed serial interface

SPI-/QSPI™-/MICROWIRE™-/DSP-compatible

Standby mode: 100 μW maximum

64-lead LQFP

APPLICATIONS

Power line monitoring systems

Instrumentation and control systems

Multi-axis positioning systems

GENERAL DESCRIPTION

The AD7656/AD7657/AD7658¹ contain six 16-/14-/12-bit, fast, low power, successive approximation ADCs all in the one package that is designed on the iCMOS™ process (industrial CMOS). iCMOS is a process combining high voltage silicon with submicron CMOS and complementary bipolar technologies. It enables the development of a wide range of high performance analog ICs, capable of 33 V operation in a footprint that no previous generation of high voltage parts could achieve. Unlike analog ICs using conventional CMOS processes, iCMOS components can accept bipolar input signals while providing increased performance, which dramatically reduces power consumption and package size.

The AD7656/AD7657/AD7658 feature throughput rates up to 250 kSPS. The parts contain low noise, wide bandwidth, track-and-hold amplifiers that can handle input frequencies up to 12 MHz.

¹ Protected by U.S. Patent No. 6,731,232.

Rev. D

Information furnished by Analog Devices is believed to be accurate and reliable. However, no responsibility is assumed by Analog Devices for its use, nor for any infringements of patents or other rights of third parties that may result from its use. Specifications subject to change without notice. No license is granted by implication or otherwise under any patent or patent rights of Analog Devices. Trademarks and registered trademarks are the property of their respective owners.

FUNCTIONAL BLOCK DIAGRAM

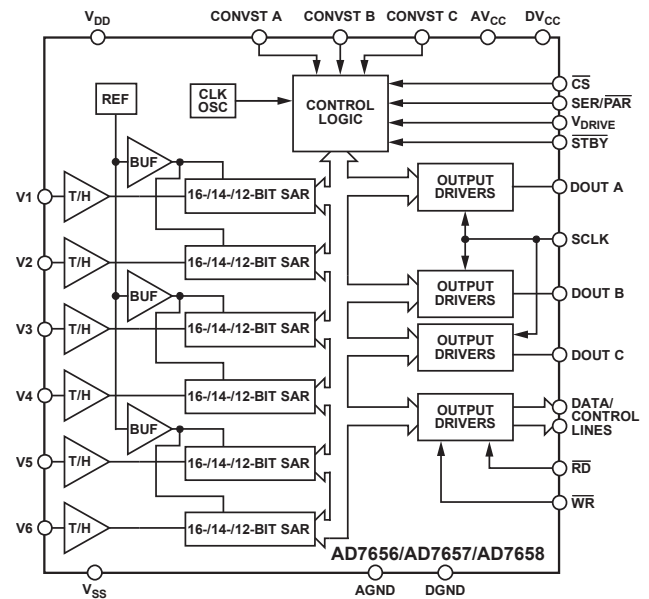


Figure 1.

The conversion process and data acquisition are controlled using CONVST signals and an internal oscillator. Three CONVST pins allow independent, simultaneous sampling of the three ADC pairs. The AD7656/AD7657/AD7658 all have a high speed parallel and serial interface, allowing the devices to interface with microprocessors or DSPs. In serial interface mode, the parts have a daisy-chain feature that allows multiple ADCs to connect to a single serial interface. The AD7656/AD7657/AD7658 can accommodate true bipolar input signals in the $\pm 4 \times V_{REF}$ range and $\pm 2 \times V_{REF}$ range. The AD7656/AD7657/AD7658 also contain an on-chip 2.5 V reference.

PRODUCT HIGHLIGHTS

1. Six 16-/14-/12-bit, 250 kSPS ADCs on board.
2. Six true bipolar, high impedance analog inputs.
3. Parallel and high speed serial interfaces.

ADS869x 18-Bit, 500-kSPS, 4- and 8-Channel, Single-Supply, SAR ADCs with Bipolar Input Ranges

1 Features

- 18-Bit ADCs with Integrated Analog Front-End
- 4-, 8-Channel MUX with Auto and Manual Scan
- Channel-Independent Programmable Inputs:
 - ± 10.24 V, ± 5.12 V, ± 2.56 V
 - 10.24 V, 5.12 V
- 5-V Analog Supply: 1.65-V to 5-V I/O Supply
- Constant Resistive Input Impedance: 1 M Ω
- Input Overvoltage Protection: Up to ± 20 V
- On-Chip, 4.096-V Reference with Low Drift
- Excellent Performance:
 - 500-kSPS Aggregate Throughput
 - DNL: ± 0.5 LSB; INL: ± 1.5 LSB
 - Low Drift for Gain Error and Offset
 - SNR: 93.5 dB; THD: -105 dB
 - Low Power: 65 mW
- AUX Input \rightarrow Direct Connection to ADC Inputs
- ALARM \rightarrow High and Low Thresholds per Channel
- SPI™-Compatible Interface with Daisy-Chain
- Industrial Temperature Range: -40°C to 125°C
- TSSOP-38 Package (9.7 mm \times 4.4 mm)

2 Applications

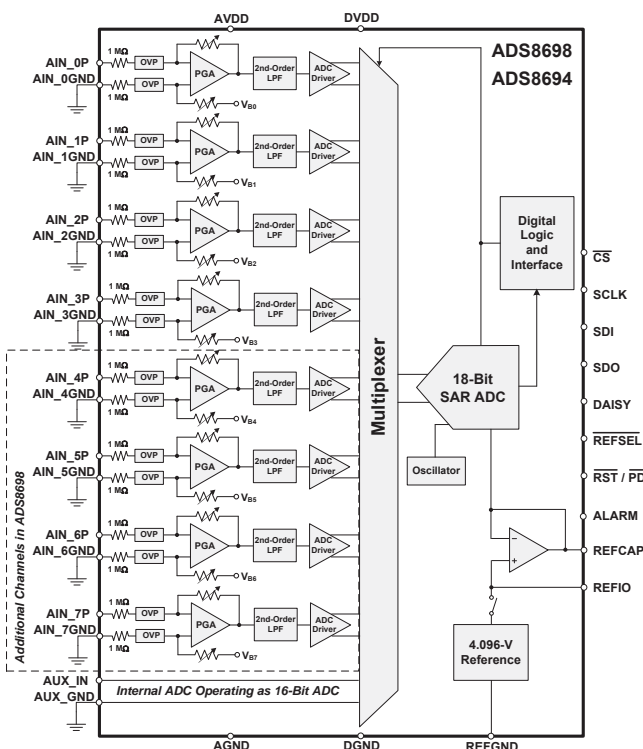
- Power Automation
- Protection Relays
- PLC Analog Input Modules

3 Description

The ADS8694 and ADS8698 are 4- and 8-channel, integrated data acquisition systems based on a 18-bit successive approximation (SAR) analog-to-digital converter (ADC), operating at a throughput of 500 kSPS. The devices feature integrated analog front-end circuitry for each input channel with overvoltage protection up to ± 20 V, a 4- or 8-channel multiplexer with automatic and manual scanning modes, and an on-chip, 4.096-V reference with low temperature drift. Operating on a single 5-V analog supply, each input channel on the devices can support true bipolar input ranges of ± 10.24 V, ± 5.12 V, and ± 2.56 V, as well as unipolar input ranges of 0 V to 10.24 V and 0 V to 5.12 V. The gain of the analog front-end for all input ranges is accurately trimmed to ensure a high dc precision. The input range selection is software-programmable and independent for each channel. The devices offer a 1-M Ω constant resistive input impedance irrespective of the selected input range.

The ADS8694 and ADS8698 offer a simple SPI-compatible serial interface to the digital host and also support daisy-chaining of multiple devices. The digital supply operates from 1.65 V to 5.25 V, enabling direct interface to a wide range of host controllers.

Block Diagram

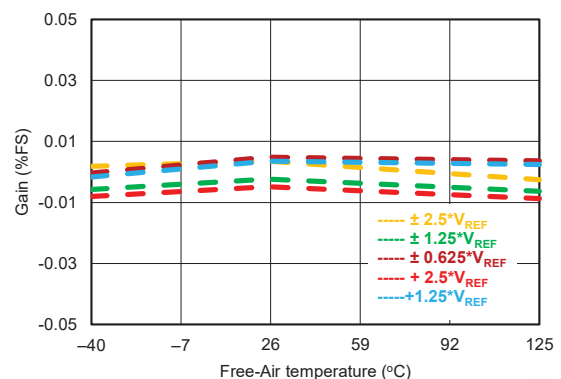


Device Information⁽¹⁾

PART NUMBER	PACKAGE	BODY SIZE (NOM)
ADS869x	TSSOP (38)	9.70 mm \times 4.40 mm

(1) For all available packages, see the orderable addendum at the end of the datasheet.

Gain Error versus Temperature



MAX11160

General Description

The MAX11160 is a 16-bit, 500ksps, SAR ADC offering excellent AC and DC performance with true unipolar input range, internal reference, and small size. The MAX11160 measures a +5V (0 to 5V) input range and can operate from a single 5V supply. The MAX11160 integrates a low drift reference with internal buffer, saving the cost and space of an external reference.

This ADC achieves 91.7dB SNR and -103dB THD. The MAX11160 guarantees 16-bit no-missing codes and ± 1.3 LSB INL (typ).

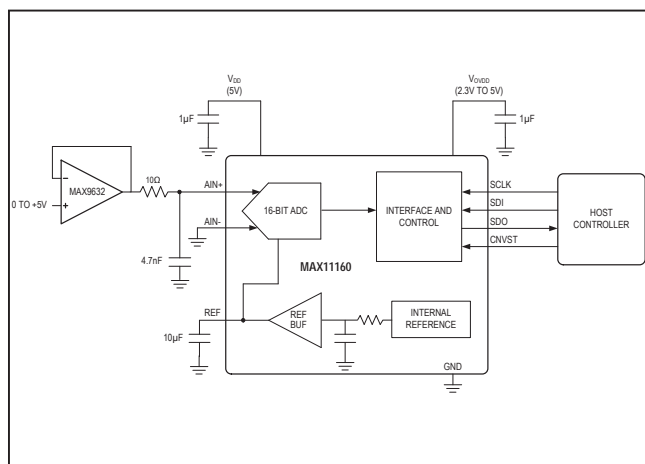
The MAX11160 communicates using an SPI-compatible serial interface at 2.3V, 3V, 3.3V, or 5V logic. The serial interface can be used to daisy-chain multiple ADCs for multichannel applications and provides a busy indicator option for simplified system synchronization and timing.

The MAX11160 is offered in a 10-pin, 3mm x 5mm, μ MAX® package and is specified over the -40°C to $+85^{\circ}\text{C}$ temperature range.

Applications

- Industrial Process Control
- Data Acquisition Systems
- Medical Instrumentation
- Automatic Test Equipment

Typical Operating Circuit



16-Bit, 500ksps, +5V SAR ADC with Internal Reference in μ MAX

Benefits and Features

- High DC/AC Accuracy Improves Measurement Quality
 - 16-Bit Resolution with No Missing Codes
 - 500ksps Throughput Rates Without Pipeline Delay/Latency
 - 91.7dB SNR and -103dB THD at 10kHz
 - 0.5 LSB_{RMS} Transition Noise
 - ± 0.5 LSB DNL (typ) and ± 1.3 LSB INL (typ)
- Highly Integrated ADC Saves Cost and Space
 - ± 7 ppm/ $^{\circ}\text{C}$ Internal Reference
 - Internal Reference Buffer
- Flexible and Low Power Supply Saves Space and Cost
 - +5V Analog and +2.3V to +5V Digital Supply
 - 35.4mW Power Consumption at 500ksps
 - 10 μ A in Shutdown Mode
- Multi-Industry Standard Serial Interface and Small Package Reduces Size
 - SPI/QSPI™/MICROWIRE®/DSP-Compatible
 - 3mm x 5mm, Tiny 10-Pin μ MAX Package

μ MAX is a registered trademark of Maxim Integrated Products, Inc.

QSPI is a trademark of Motorola, Inc.

MICROWIRE is a registered trademark of National Semiconductor Corporation.

[Selector Guide](#) and [Ordering Information](#) appear at end of data sheet.

14-Bit to 18-Bit SAR ADC Family

	14-BIT 500ksps	16-BIT 250ksps	16-BIT 500ksps	18-BIT 500ksps
$\pm 5\text{V}$ Input Internal Reference	—	MAX11167 MAX11169	MAX11166 MAX11168	MAX11156 MAX11158
0 to 5V Input Internal Reference	—	MAX11161 MAX11165	MAX11160 MAX11164	MAX11150 MAX11154
0 to 5V Input External Reference	MAX11262	MAX11163	MAX11162	MAX11152